

ELETRÔNICA

Eletrônica Industrial : Detetor de Subtensão/Sobretensão
Dicas sobre o som no seu carro
Seleção C-MOS 4001



TV-SOM
um receptor de som de tv

JBM
82

Revista

ELETRÔNICA

Nº 118
JULHO
1982



EDITORA
SABER
LTDA

diretor
administrativo:

Élio Mendes
de Oliveira

diretor
de produção:

Hélio
Fittipaldi

REVISTA
SABER
ELETRÔNICA

diretor
responsável:

Élio Mendes
de Oliveira

diretor
técnico:

Newton
C. Braga

gerente de
publicidade:

J. Luiz
Cazarim

serviços
gráficos:

W. Roth
& Cia. Ltda.

distribuição
nacional:

ABRIL. S.A. -
Cultural e
Industrial

Revista Saber
ELETRÔNICA é
uma publicação
mensal
da Editora
Saber Ltda.

REDAÇÃO
ADMINISTRAÇÃO
E PUBLICIDADE:
Av. Dr. Carlos de
Campos, nº 275/9
03028 - S. Paulo - SP.

CORRESPONDÊNCIA:
Endereçar à
REVISTA SABER
ELETRÔNICA
Caixa Postal, 50450
03028 - S. Paulo - SP.

sumário

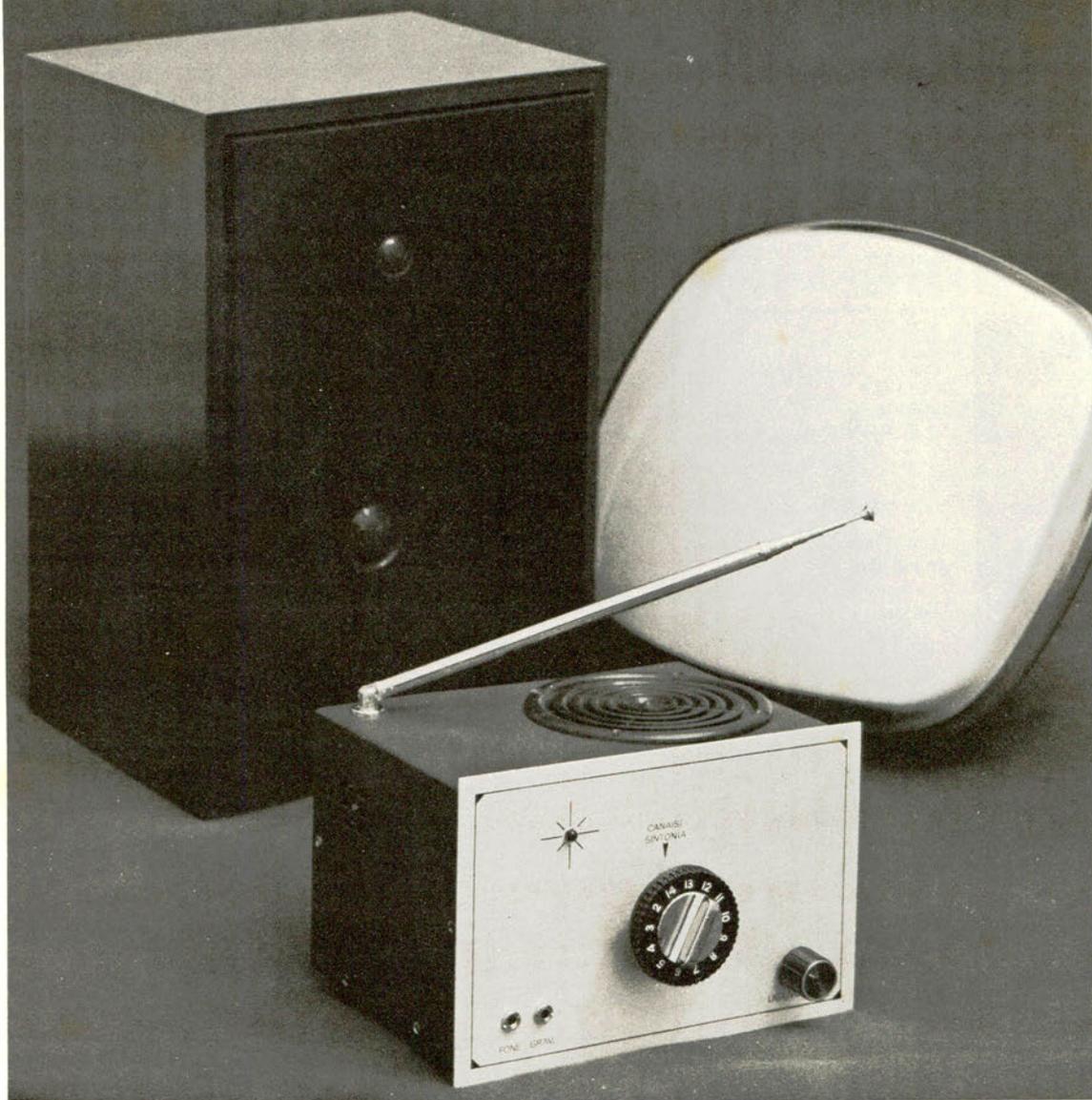
TV-SOM – Um Receptor de Som de TV	2
Dicas sobre o Som no seu Carro	16
Seleção C-MOS 4001	26
Translux	34
Eletrônica Industrial – Sensível Detetor de Subten- são ou Sobretensão de Rede	42
Duo Rítmica	49
Fotômetro Ultra Simples	59
Seção do Leitor	65
Curso de Eletrônica – Lição 63	68

Capa – Foto do protótipo do
TV-SOM
UM RECEPTOR DE SOM DE TV

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.
É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos mencionados textos, sob pena de sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.
NÚMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450-São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NÚMERO 47 (MAIO/76).

TV-SOM

um receptor de som de TV



Como receber o som dos canais de TV sem a imagem, numa montagem econômica? O segredo está no uso de um seletor de canais, aproveitado de um velho televisor que você tenha em casa, comprado da sucata na oficina de consertos mais próxima, ou mesmo, comprado novo, pois não custa mais do que Cr\$ 4 000,00 ou Cr\$ 5 000,00 em São Paulo. O retorno do investimento de tempo e dinheiro neste projeto, garantimos, será grande. Com o som de TV disponível num receptor em funcionamento totalmente independente, você pode ouvir o som de seus programas prediletos mesmo quando precisar estar em outro local de sua casa, ou ainda "curtir" muitos programas musicais, para os quais a imagem nem sempre é importante. Outra possibilidade consiste no acoplamento de um fone de escuta individual para não perturbar ninguém quando desejar acompanhar programas até altas horas da noite.

Newton C. Braga – Adalberto M. Suzano

A idéia de receber somente o som dos programas de TV pode parecer estranha a alguns de nossos leitores. Para que ouvir somente um programa quando com um televisor normal podemos ter também a imagem?

Na verdade, existem diversos motivos para você ter um receptor de som de TV. Existem momentos em que não precisamos da imagem, do mesmo modo que existem momentos em que não podemos ter a imagem, isso sem se falar nos casos em que o som de alta fidelidade de TV pode ser bastante agradável quando reproduzido em duas fontes independentes (dando a sensação de estéreo, já que os canais de TV transmitem seu som em FM de excelente qualidade). Por que não aproveitar isso, dispensando o alto-falante dos televisores comuns que nem sempre proporcionam uma reprodução satisfatória?

Mas, a idéia básica de nosso projeto não se fundamenta somente na possibilidade de se ter o som independente de alta fidelidade dos canais de TV. Um dos fundamentos mais importantes deste projeto é

a utilização, na parte mais crítica do receptor, de um seletor de canais de TV comum, que tanto pode ser aproveitado de um velho televisor, como comprado novo em qualquer casa especializada.

É claro que existe a possibilidade de aproveitamento de mais material destes aparelhos abandonados, como por exemplo o alto-falante (se for de boa qualidade), resistores, capacitores, etc.

Veja o leitor que o aproveitamento do seletor significa uma economia muito grande na montagem, já que, sem dúvida, ele representa muito mais do que 50% do custo do projeto.

O receptor de som de TV que descrevemos pode ser utilizado basicamente dos seguintes modos:

a) Como receptor remoto quando o leitor não quiser ou não puder acompanhar seu programa perto do televisor comum.

b) Como receptor para fone, quando o leitor desejar escutar individual para seus programas, acompanhando-os até altas horas da noite.

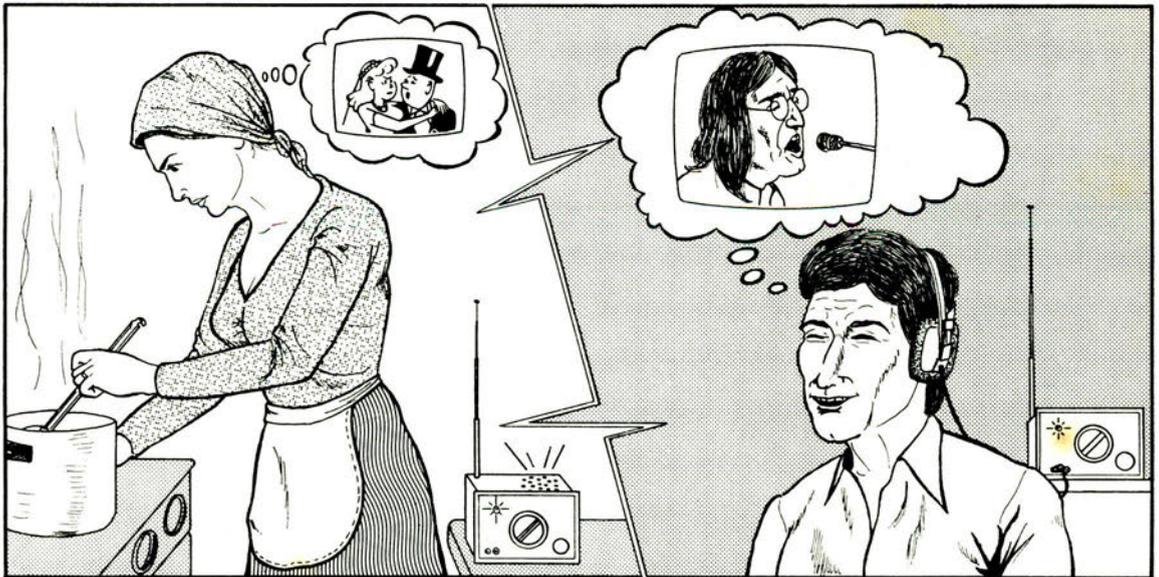


FIGURA 1

O projeto básico deste artigo prevê o aproveitamento de seletores transistorizados de 24V e 12V, do tipo mais comum em nossos televisores e que podem ser encontrados com facilidade.

COMO FUNCIONA

Conforme já citamos, os programas de

TV têm seu som emitidos em frequência modulada (FM).

Se analisarmos um sinal de TV, conforme mostra a figura 2, veremos que ele transporta dois tipos de informação: uma que corresponde à imagem e outra que corresponde ao som, tudo separado por 4,5 MHz.

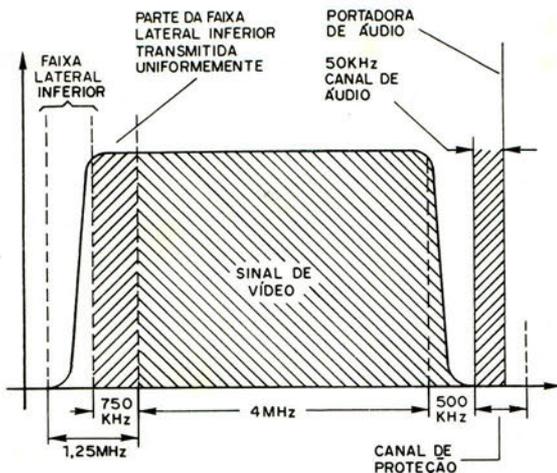


FIGURA 2

O canal de som é largo o bastante para permitir uma transmissão em alta fidelidade e, por ser modulado em frequência (FM), apresenta as mesmas características das estações que transmitem música na faixa

de 88 aos 108 MHz. Evidentemente, o som de TV não é estereofônico.

Um dos problemas que deve enfrentar o projetista de um receptor de som para os canais de TV é a elevada frequência de operação. Os canais de TV em VHF têm frequência entre 54 e 216 MHz (canais 2 a 13), o que significa que o circuito é bastante crítico quanto à montagem. Outro problema está no fato de que circuitos simples, como os super-regenerativos que normalmente são usados para receber de modo simples as frequências elevadas, não podem dar facilmente toda a cobertura desta faixa.

Mas, este problema pode ser resolvido com facilidade se já dispusermos de um circuito montado e ajustado para a recepção dos sinais desejados, e um circuito dotado de grande estabilidade e sensibilidade. Este circuito está contido justamente no seletor de canais.

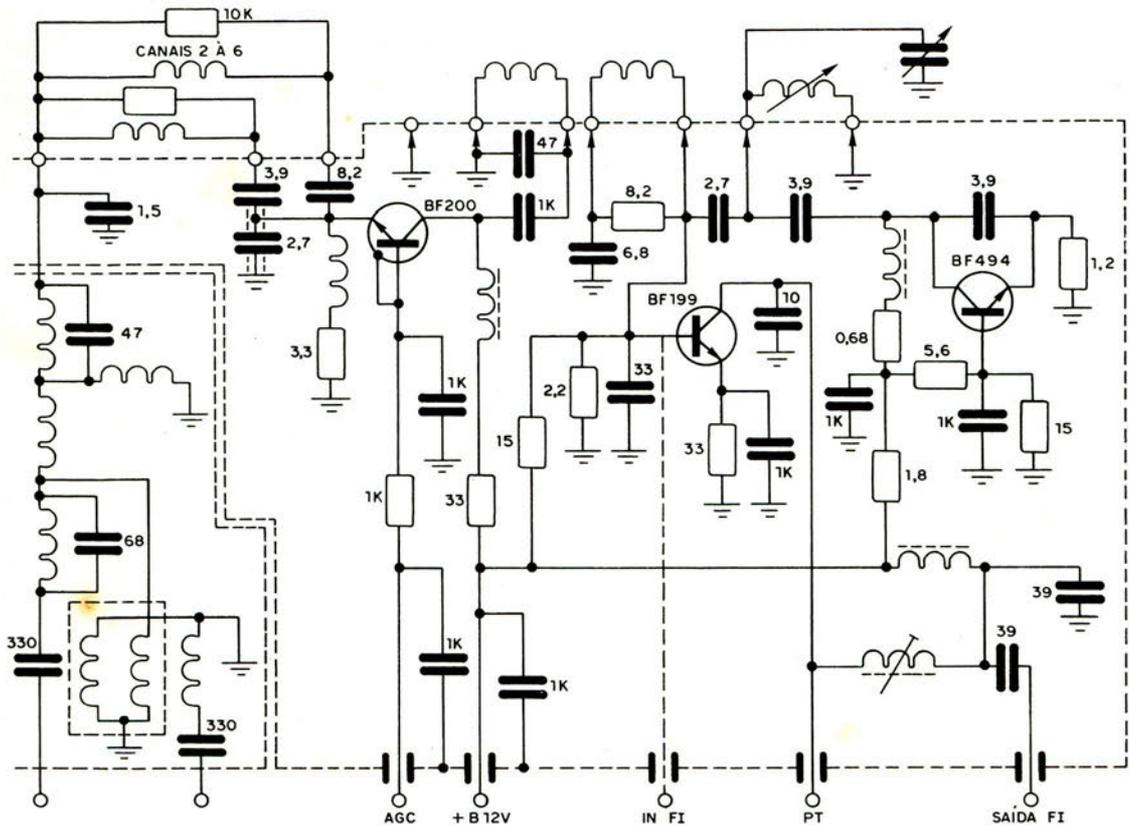


FIGURA 3

Na figura 3 temos o circuito típico de um seletor de canais transistorizado, como os encontrados em televisores modernos.

Veja que uma das características dos seletores é a de poder receber os sinais das

estações numa faixa relativamente ampla de frequências, pois, como vimos, cada canal tem 6 MHz de largura.

Isso é conseguido nos seletores, não por meio de capacitores variáveis, como nos

rádios comuns, mas pela troca de bobinas no próprio circuito.

Assim, para cada canal existe no seletor uma pastilha, na qual são enroladas as bobinas correspondentes ao canal desejado. Quando o seletor é girado, estas pastilhas encaixam-se em contactos especiais, entrando no circuito.

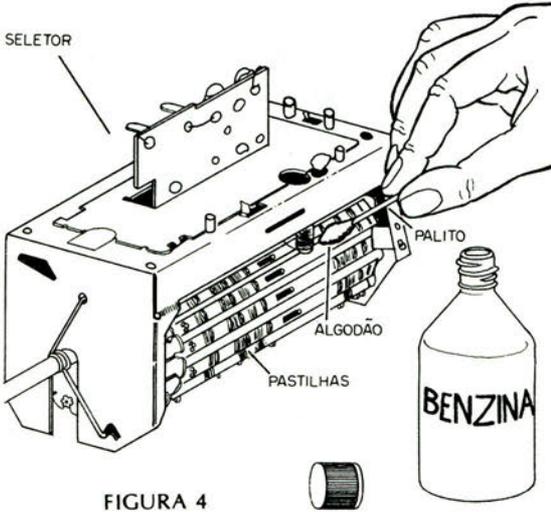


FIGURA 4

Um problema comum aos seletores deste tipo é o desgaste destes contactos das pastilhas ou ainda o acúmulo de sujeira. Seletores velhos, para funcionarem bem devem antes ser limpos. Os contactos das pastilhas devem então ser limpos cuidadosamente, com um palito envolto em algodão embebido em benzina ou álcool. (figura 4)

Mas, para receber os sinais de TV não é preciso somente um seletor de canais. Na saída do seletor, o que temos é um sinal composto de vídeo e áudio, ou seja, um sinal de frequência menor que contém a informação tanto da imagem como do som, na forma de onda já mostrada.

Nos televisores comuns, a partir do seletor, existe um canal de frequência intermediária (FI) que amplifica os sinais de vídeo e áudio simultaneamente, a partir do qual são separados os sinais de vídeo e áudio para amplificação posterior. Na amplificação posterior, o sinal de áudio é levado ao alto-falante, e o de vídeo ao cinescópio. (figura 5)



FIGURA 5

É claro que, como desejamos ter somente o sinal de som, não precisamos do vídeo, o que significa que devemos preocupar-nos somente com a amplificação da parte de áudio.

Após a amplificação inicial por um transistor, conforme mostra a figura 6, o sinal é levado a um circuito integrado especial.

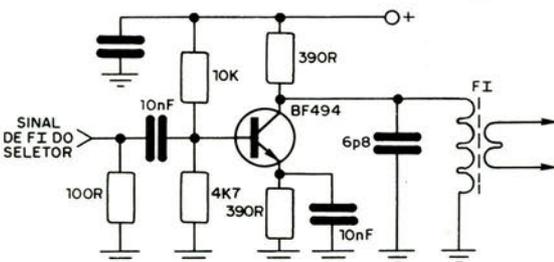


FIGURA 6

O circuito integrado CA3065, utilizado no nosso projeto, "faz tudo" que precisamos: este integrado consiste num amplificador de FI para frequência modulada e TV, num discriminador (que "detecta" os sinais de alta frequência modulados em frequência) e num amplificador de áudio.

Na figura 7 temos a estrutura interna, em blocos, deste integrado.

Veja o leitor que na saída deste integrado temos um sinal de áudio de excelente qualidade, pronto para ser levado a um amplificador de potência.

O amplificador de potência, no nosso caso, é o TBA820S, que mesmo sendo de pequena potência, fornece um sinal de excelente fidelidade num alto-falante de 8 ohms X 10 cm. Observe que, para um receptor de som de TV, para ser usado ao

nosso lado, ou com fones, não precisamos mais do que 500 mW ou pouco mais.

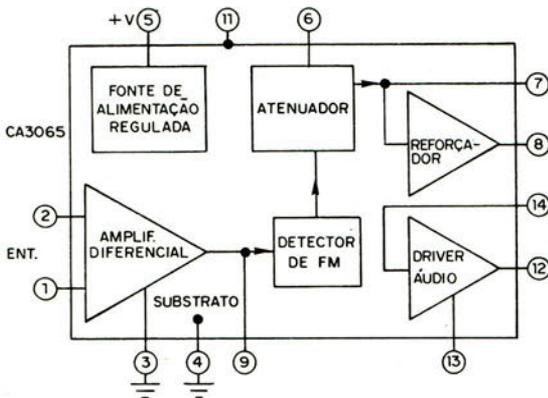


FIGURA 7

Tanto o amplificador de FI como o amplificador de áudio são alimentados com uma tensão de 12V. Para o seletor, damos a versão básica com tensão de 24V com negativo à massa, mas lembramos que o leitor poderá encontrar e aproveitar, eventualmente, seletores de 12V com positivo ou negativo à massa, para os quais daremos os procedimentos na alteração da fonte e ligação.

A antena deste receptor pode ser tanto telescópica como externa, já que, para o som precisamos de menos sensibilidade do que para a imagem, para ter uma recepção satisfatória.

Damos também o recurso para ligação de gravador e fone externos através de dois jaques.

O MATERIAL

O material utilizado pode ser aproveitado ou comprado. Tudo é muito fácil de ser encontrado nas casas especializadas, do seletor ao alto-falante.

O seletor de canais deve ser escolhido com cuidado. Optamos pelo tipo transistorizado Stevenson STV-40 para 24V, cuja aparência é mostrada na figura 8.

Esses seletores podem trabalhar com 24V ou 12V, e no segundo caso ter o positivo ou negativo à massa. Será conveniente que, ao tentar aproveitar o seletor de um televisor abandonado, o leitor procure em primeiro lugar o esquema deste televisor.

Se não dispuser dos manuais que o acompanham, procure um técnico amigo.

Nos esquemas temos a identificação dos terminais de ligação do seletor e também informações sobre sua tensão de trabalho.

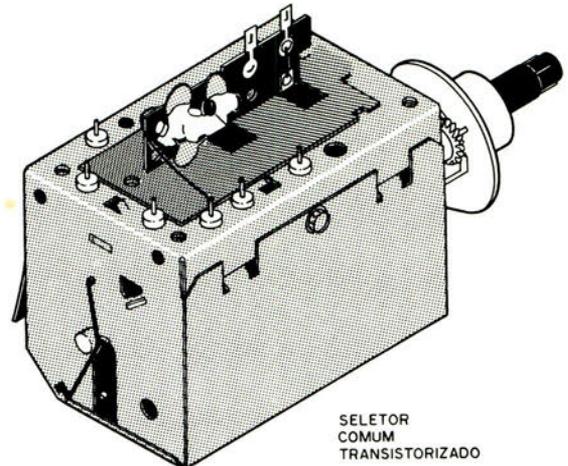


FIGURA 8

Se o aparelho estiver abandonado por muito tempo, o leitor deve tirar a tampa do seletor e proceder sua limpeza, conforme já explicamos.

Os demais componentes eletrônicos podem ser obtidos com relativa facilidade.

O integrado de FI é o CA3065 que é utilizado nos televisores Philco, Telefunken e Semp-Toshiba, podendo ser adquirido nas oficinas autorizadas. Equivalentes são os integrados MC1358 e TA5814.

O integrado de áudio é o TBA820S, mas o leitor pode perfeitamente modificar o projeto para outros amplificadores. A primeira opção é de usar seu próprio amplificador de alta-fidelidade fixo. Outra opção consiste em qualquer um dos amplificadores da revista 117 (circuitos integrados em áudio).

O transistor Q1 é o BF494 ou equivalentes de RF.

Os capacitores, conforme os valores, podem ser cerâmicos, de poliéster metalizado, ou ainda eletrolíticos. Todos os valores são comuns, devendo o leitor seguir a lista de material.

Os resistores são de 1/8W com 10 ou 20% de tolerância.

As bobinas utilizadas no protótipo são do tipo B32 1087 011 e B32 1087 010, uti-

lizadas em televisores Philco. O leitor poderá consegui-las nas oficinas autorizadas Philco.

O alto-falante de 10 cm X 8 ohms pode ser aproveitado do velho televisor, se estiver em boas condições (sem baratas e outros bichos...).

P1 é o potenciômetro de controle de volume de 47k, o qual tem o interruptor geral S1 conjugado.

O material da fonte depende da versão, devendo o leitor seguir a lista de material.

MONTAGEM

Dividiremos a montagem em duas fases, para maior facilidade do leitor.

FASE 1 – Preparo do circuito sem o seletor

Para a soldagem dos componentes na placa de circuito impresso que deve ser usada nesta montagem, recomendamos um ferro de pequena potência e ponta fina.

O circuito completo da parte de FI, áudio e fonte de 24V (versão básica) aparece na figura 9. Esse circuito prevê o uso do amplificador de áudio TBA820S, mas como dissémos, o leitor habilidoso pode perfeita-

mente modificar o projeto para usar outros amplificadores.

A placa de circuito impresso para este circuito (incluindo a fonte de 24V) é mostrada na figura 10, que apresenta, também, uma opção para a fonte de 12V.

Para a montagem, o leitor deve seguir a seguinte seqüência, atentando para os cuidados com os componentes, alguns dos quais são bastante delicados.

a) Solde em primeiro lugar os transistores Q1 e Q2, observando a disposição dos terminais deste componente. Veja que Q1 tem a disposição CEB e não CBE como os tipos comuns. Para Q2 a disposição é ECB.

b) Solde em seguida os dois integrados. Veja que a posição dos 2 integrados é dada pela meia lua ou chanfro que identifica o pino 1. Se houver inversão o aparelho não funcionará. O leitor inseguro pode usar um soquete DIL para os integrados.

Na soldagem dos pinos dos integrados tenha cuidado para que a solda não se espalhe curto-circuitando-os. Se isso acontecer, limpe o local com um palito. Não use excesso de solda.

c) Solde em seguida os diodos da fonte e os diodos zener, observando sua posição que é dada pela faixa em seu invólucro. Seja rápido nesta operação.

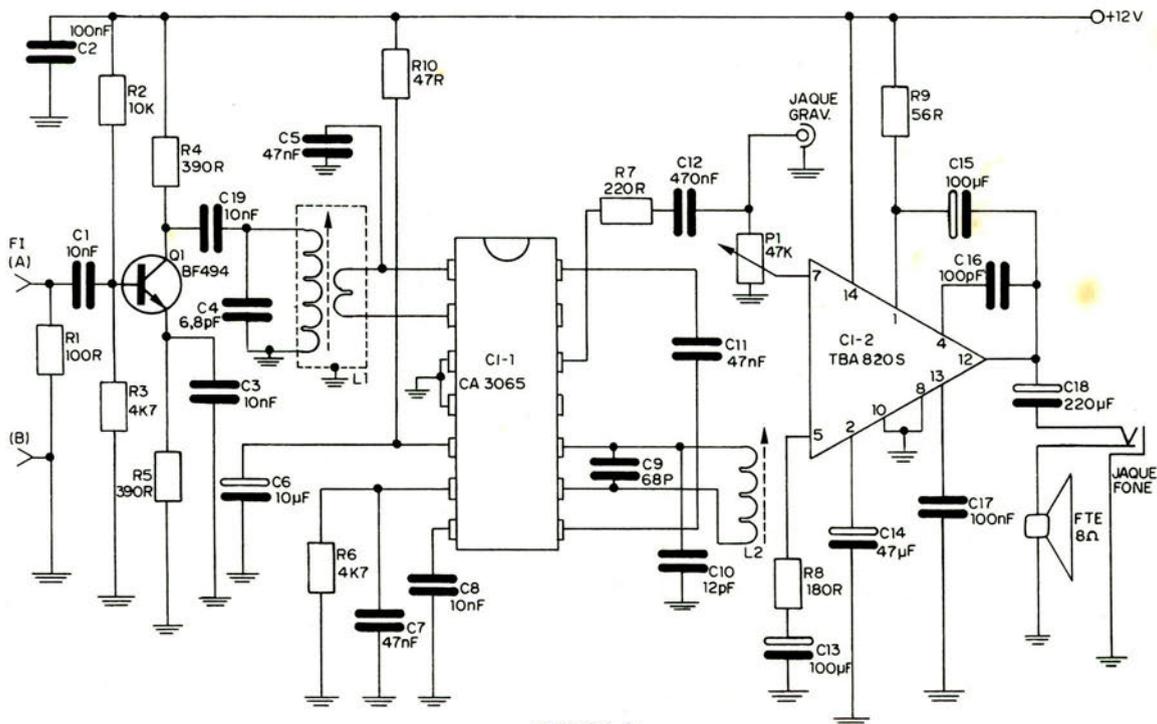
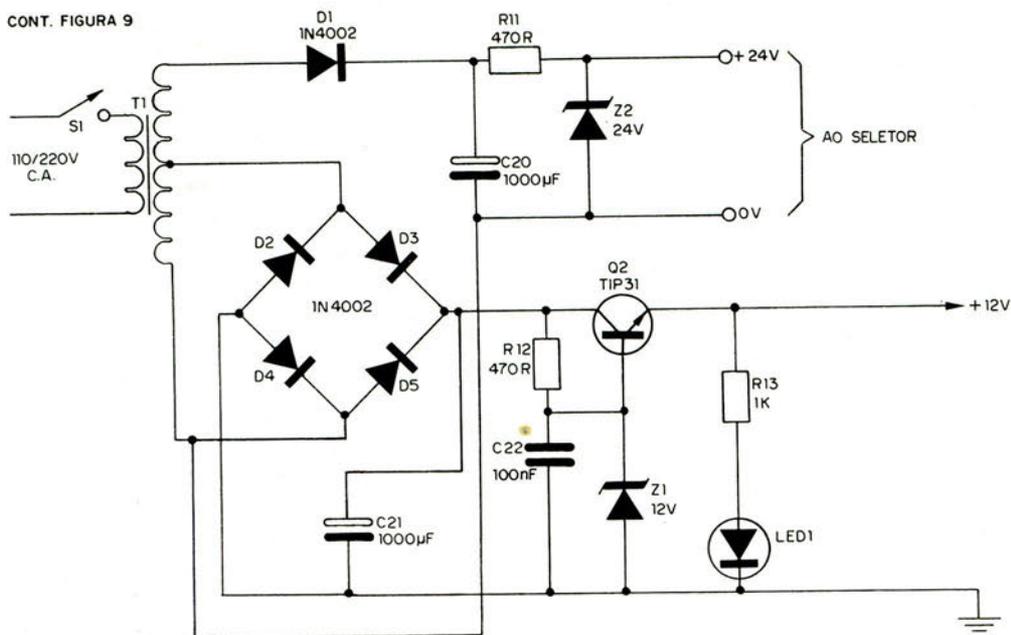


FIGURA 9

CONT. FIGURA 9



d) Solde, em seguida, as bobinas. Veja bem os seus números, para não haver perigo de troca. Seja rápido na soldagem de seus terminais. Não mexa nos seus ajustes!

e) Solde todos os resistores. Dobre seus terminais e encaixe-os no local apropriado da placa. Veja seus valores pelas faixas coloridas de acordo com a lista de material. Seja rápido na soldagem e depois de terminada a operação, corte os excessos dos terminais.

f) Solde os capacitores cerâmicos e de poliéster. Veja bem os seus valores, e seja rápido na sua soldagem, pois eles são sensíveis ao calor.

g) Para soldar os capacitores eletrolíticos observe em primeiro lugar seu valor, marcado diretamente no invólucro. Depois veja a sua posição, pois estes componentes são polarizados.

h) Solde os fios de ligação ao alto-falante, que devem ser curtos e flexíveis.

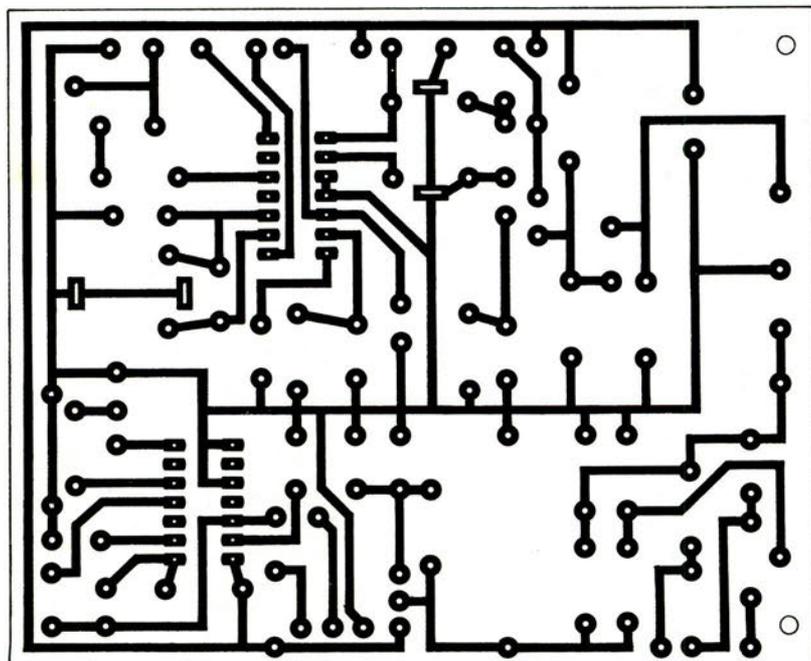
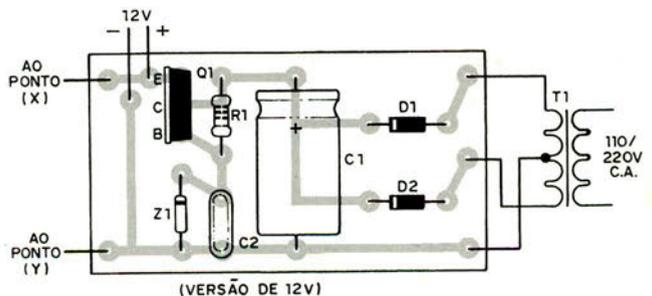
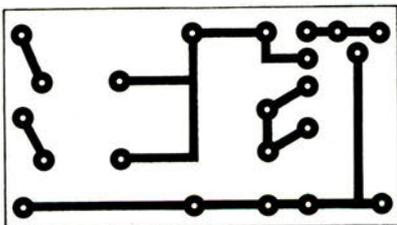
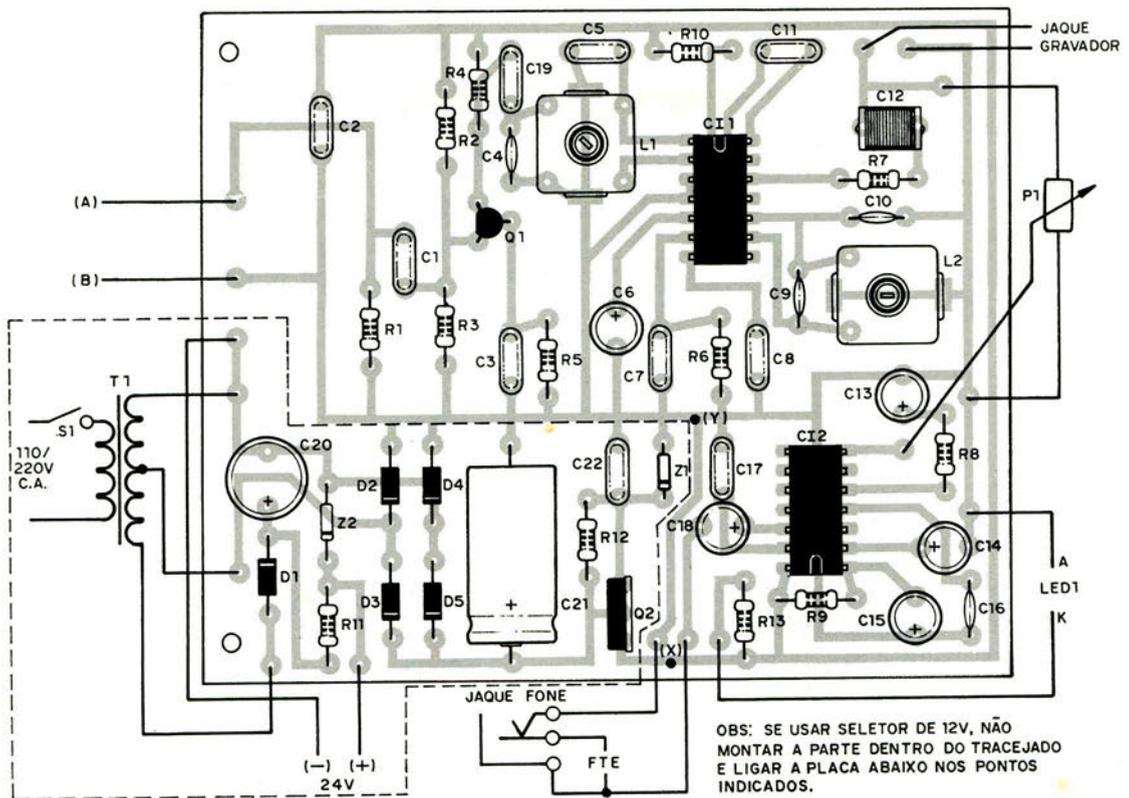


FIGURA 10



i) Na ligação do transformador, observe a polaridade dos fios. O primário tem um fio que vai ao interruptor do potenciômetro e o outro ao cabo de alimentação (um fio). O outro pólo do interruptor S1 vai ao outro fio do cabo de alimentação.

j) Para a entrada de FI, fios (A) e (B), o leitor deve usar um pedaço de 20 ou 30 cm de fio blindado.

Terminada a montagem desta parte, confira tudo antes de passar à fase seguinte.

FASE 2 — ligação do seletor

A versão básica usa fonte de alimentação de 24V para o seletor e 12V para a parte de FI e áudio.

Temos, entretanto, a versão possível de 12V, para a qual damos a fonte de alimentação na figura 11.

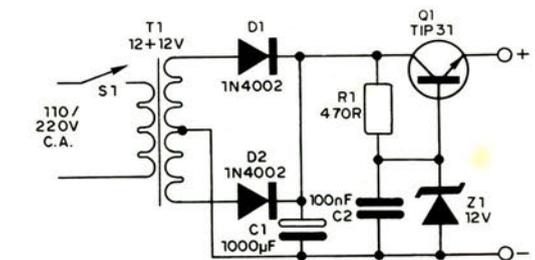


FIGURA 11

Esta fonte regulada utiliza um transformador de 12-0-12V com pelo menos 250 mA de corrente e serve para todo o circuito.

A ligação desta fonte é mostrada na figura 12, onde também temos a identificação do cabo para ligação à etapa de FI e áudio, ou seja, a conexão da primeira versão.

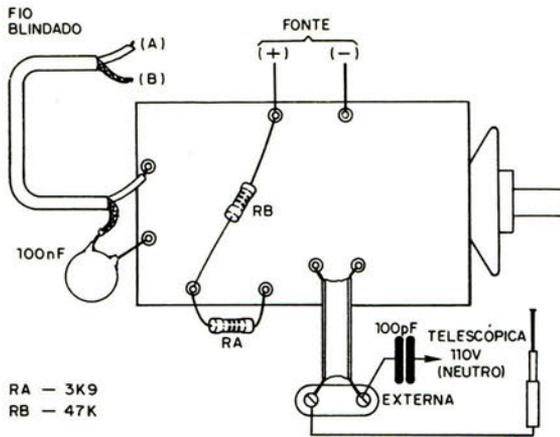
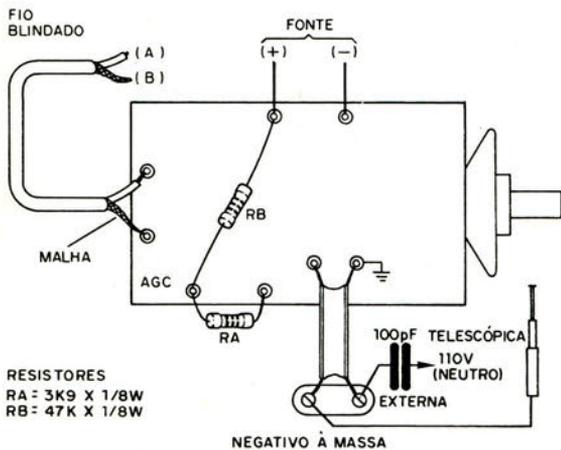


FIGURA 12

Veja que o interruptor S1 da fonte é o interruptor conjugado ao controle de volume, P1. Para conexão do potenciômetro à placa devem ser usados pedaços de fio curtos, para que roncões na etapa de áudio não sejam introduzidos.

Se o seletor for de 12V, tanto com positivo como negativo à massa, temos as ligações na figura 13.



NEGATIVO À MASSA

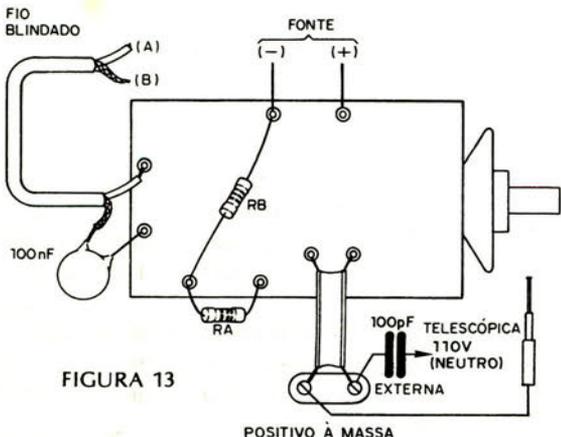


FIGURA 13

POSITIVO À MASSA

Para a versão básica, a fonte é de 12 e 24V, mostrada no diagrama principal (figura 9), utilizando também um único transformador de 12-0-12V. Veja que nesta fonte aproveitamos metade do enrolamento para obtermos 12V retificados e filtrados em onda completa, para a parte de áudio e FI. Os 24V regulados por um zener são obtidos de extremo a extremo do transformador.

É importante notar que a filtragem das fontes em ambos os casos é importante para não se obter ronco no alto-falante.

Outro ponto importante a ser observado é a existência de um capacitor de desacoplamento entre as fontes no pólo neutro, já que estes não são comuns.

A fixação de todos os componentes na caixa não oferece dificuldades ao leitor habilidoso.

Assim, o transformador é fixado na própria caixa por meio de parafusos, enquanto que para a placa de circuito impresso sua montagem é feita verticalmente, com a finalidade de melhor aproveitar o espaço disponível.

Recomendamos que a montagem do leitor seja feita firmemente, pois como os leitores devem saber, o esforço mecânico para a mudança de canais nos seletores comuns não costuma ser pequeno.

Na figura 14 temos detalhes da caixa usada em nosso protótipo, bem como a colocação, na mesma, dos vários componentes.

Veja nesta figura a colocação da antena interna, e também a disponibilidade de ponto de ligação para antena externa.

AJUSTE E USO

Terminada a montagem, antes de fechar o aparelho definitivamente em sua caixa, o leitor deve fazer a prova de funcionamento e os ajustes.

Para isso ligue o aparelho em qualquer tomada de 110V ou 220V, conforme seja seu caso.

Procure no seletor de canais a posição correspondente a um canal em operação na sua localidade.

Ajuste o controle de volume para obter um ronco ou mesmo um som do canal no alto-falante.

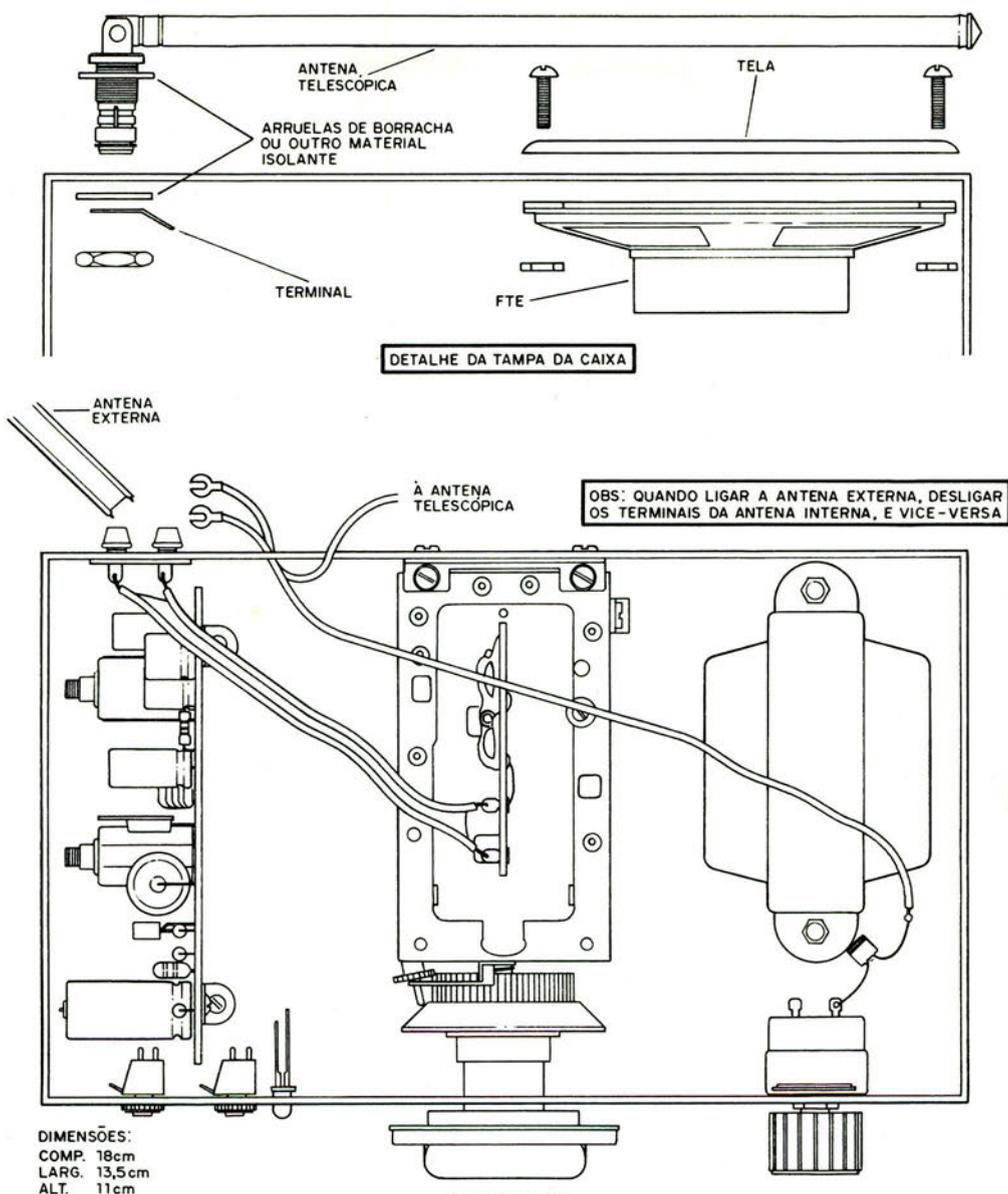


FIGURA 14

Ajuste a bobina L2 para tirar o ronco deixando somente o som do canal desejado. Para este ajuste use uma chave de fenda pequena, ou melhor ainda, uma ferramenta plástica para não influir na indutância.

Ajuste, em seguida, a bobina L1 para obter a máxima sensibilidade.

Se ainda persistir ronco depois dos ajustes o leitor deve verificar:

a) A blindagem do cabo do seletor à etapa de FI. Reduza o comprimento deste cabo, se possível.

b) A ligação do potenciômetro do controle de volume. Reduza o comprimento dos fios usados, ou então passe a usar fio blindado do cursor ao pino 7 do integrado

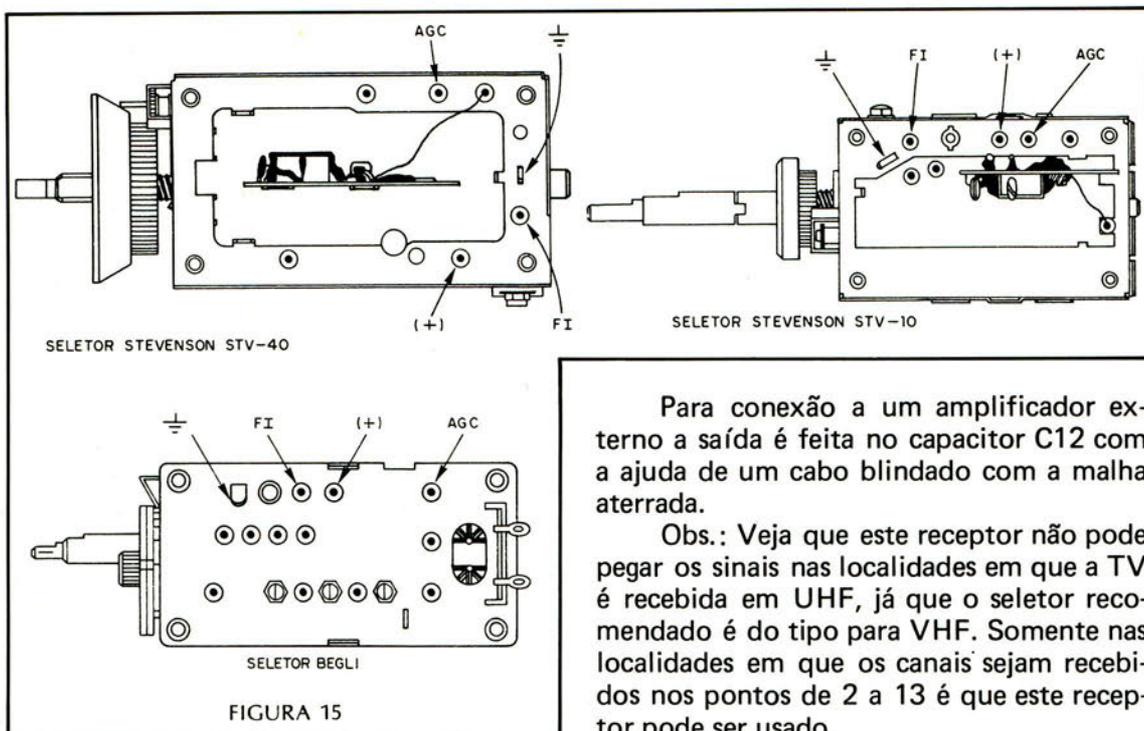
CI-2 com a malha aterrada, e também fio blindado do extremo superior de P1 ao capacitor C12 com a malha aterrada.

Verificado o funcionamento, é só fechar o aparelho e usá-lo.

Procure a posição em sua casa que dê maior sensibilidade.

Para escuta individual, ou seja, em fone, acople um jaque tipo "circuito fechado", em paralelo com o alto-falante. Ao ligar o fone, o alto-falante será automaticamente desligado.

Para ajudar os leitores damos na figura 15 os pontos de ligação de alguns dos seletores de canais mais comuns que podem ser usados nesta montagem.



Para conexão a um amplificador externo a saída é feita no capacitor C12 com a ajuda de um cabo blindado com a malha aterrada.

Obs.: Veja que este receptor não pode pegar os sinais nas localidades em que a TV é recebida em UHF, já que o seletor recomendado é do tipo para VHF. Somente nas localidades em que os canais sejam recebidos nos pontos de 2 a 13 é que este receptor pode ser usado.

LISTA DE MATERIAL

Seletor de canais Stevenson mod. STV-40 (ou equivalente)

CI-1 - CA3065 - amplificador de FI para FM e TV, discriminador e amplificador de áudio (equivalentes: MC1358, TA814)

CI-2 - TBA820S - amplificador de áudio

Q1 - BF494 - transistor para RF

Q2 - TIP31 - transistor de potência NPN

R1 - 100R X 1/8W - resistor (marrom, preto, marrom)

R2 - 10k X 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)

R3 - 4k7 X 1/8W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)

R4, R5 - 390R X 1/8W - resistores (laranja, branco, marrom)

R6 - 4k7 X 1/8W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)

R7 - 220R X 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, marrom)

R8 - 180R X 1/8W - resistor (marrom, cinza, marrom)

R9 - 56R X 1/8W - resistor (verde, azul, preto)

R10 - 47R X 1/8W - resistor (amarelo, violeta, preto)

R11, R12 - 470R X 1/2W - resistores (amarelo, violeta, marrom)

R13 - 1k X 1/8W - resistor (marrom, preto, vermelho)

P1 - 47k com chave - potenciômetro

C1 - 10 nF - capacitor cerâmico

C2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C3 - 10 nF - capacitor cerâmico

C4 - 6p8 - capacitor cerâmico

C5 - 47 nF - capacitor cerâmico

C6 - 10 μ F X 25V - capacitor eletrolítico

C7 - 47 nF - capacitor cerâmico

C8 - 10 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico

C9 - 68 pF - capacitor cerâmico

C10 - 12 pF - capacitor cerâmico

C11 - 47 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C12 - 470 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico

C13 - 100 μ F X 25V - capacitor eletrolítico

C14 - 47 μ F X 25 V - capacitor eletrolítico

C15 - 100 μ F X 25V - capacitor eletrolítico

C16 - 100 pF - capacitor cerâmico

C17 - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C18 - 220 μ F X 25V - capacitor eletrolítico

C19 - 10 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico

C20, C21 - 1000 μ F X 25V - capacitores eletrolíticos

C22 - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

cont. LISTA DE MATERIAL

L1 - B32 1087 011 - Philco - bobina (ver texto)

L2 - B32 1087 010 - Philco - bobina (ver texto)

FTE - alto-falante de 10 cm X 8 ohms

D1, D2, D3, D4, D5 - 1N4002 - diodos retificadores

Z1 - 12V X 400 mW - diodo zener

Z2 - 24V X 400 mW - diodo zener

Led - led vermelho comum

T1 - transformador de alimentação com primário de acordo com a rede local e secundário de 12-0-12V X 250 mA ou mais

Diversos: caixa para montagem, placa de circuito impresso, porcas e parafusos, fios, solda, cabo blindado, knob para o seletor, knob para o potenciômetro, antena telescópica articulável, cabo de alimentação para a fonte, terminal antena/terra para antena externa, jaques de saída para fone e gravação, dissipador de calor para Q2, etc.

FONTE PARA SELETOR DE 12V (positivo ou negativo à massa):

Q1 - TIP31 - transistor de potência

D1, D2 - 1N4002 - diodos de silício ou equivalentes

Z1 - diodo zener de 12V X 400 mW

C1 - 1000 μ F X 25V - capacitor eletrolítico

C2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

R1 - 470R X 1/4W - resistor (amarelo, violeta, marrom)

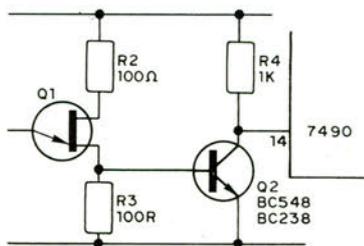
T1 - transformador de alimentação com primário de acordo com a rede local e secundário de 12-0-12V X 250 mA ou mais

Diversos: dissipador para Q1, fios, solda, etc.

REVISTA 117 - ADENDO

Na revista 117, artigo "Trilha Eletrônica", página 44, citamos um transistor Q2 que não aparece, na realidade, no esquema e no desenho da placa. Este transistor seria recomendado no caso de alguns unijunções que podem apresentar dificuldades na excitação direta do integrado CI-1.

Se, na sua montagem, o circuito tender a falhar, a ligação é a mostrada na figura abaixo. Observamos que, na maioria dos casos, este transistor não será necessário.



FEIRA DE ELETRÔNICA

DE 27/11 A 05/12/82

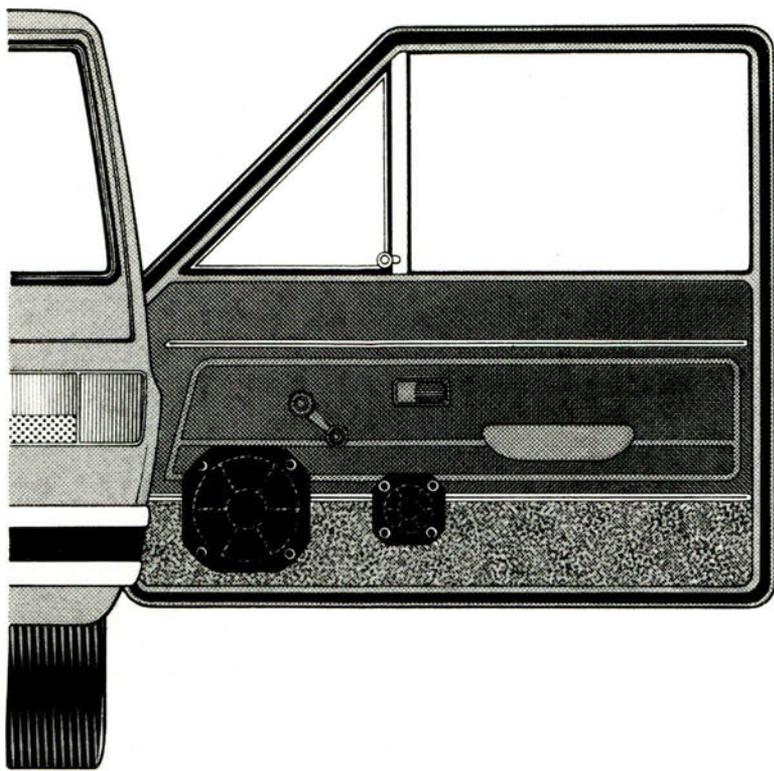
COLÉGIO LAVOISIER

SÃO PAULO

O Colégio Lavoisier convida as indústrias e ex-alunos a participarem da Feira de Eletrônica a ser realizada de 27 de novembro a 5 de dezembro de 1982.

Adesões pelo telefone (011) 296-5525 ou Av. Celso Garcia, 4638, com o professor João Gouveia.

DICAS SOBRE O SOM NO SEU CARRO



Newton C. Braga

Um automóvel não é ambiente ideal para a instalação de qualquer equipamento de som. Pelo contrário, a presença de materiais refletivos e absorventes em disposição não controlada; a colocação dos passageiros em posições que prejudicam a livre propagação do som; a limitação de espaço e outros fatores, são impedimentos para a obtenção da melhor qualidade de som. Mas, mesmo assim, utilizando componentes apropriados e uma instalação planejada, pode-se conseguir uma qualidade de som satisfatória. Veja como isso acontece neste artigo, feito com a colaboração da ROBERT BOSCH DO BRASIL LTDA.

Para se ter uma boa qualidade de som num ambiente, não dependemos somente do equipamento usado. De nada adianta ter o melhor equipamento de som do mundo se o ambiente em que ele for instalado é impróprio. De fato, a presença de materiais absorventes ou refletivos, de objetos de dimensões no percurso do som, ou a própria limitação de espaço deste ambiente, podem ser responsáveis por diversos tipos de fenômenos que alteram a qualidade do som.

Conforme mostra a figura 1, um som refletido indevidamente nas paredes de uma sala, pode provocar o reforço ou a atenuação de certas frequências, prejudicando totalmente a linearidade de resposta de um aparelho de som. Nestas condições, existirão frequências que poderão aparecer

mais e outras que poderão desaparecer completamente.

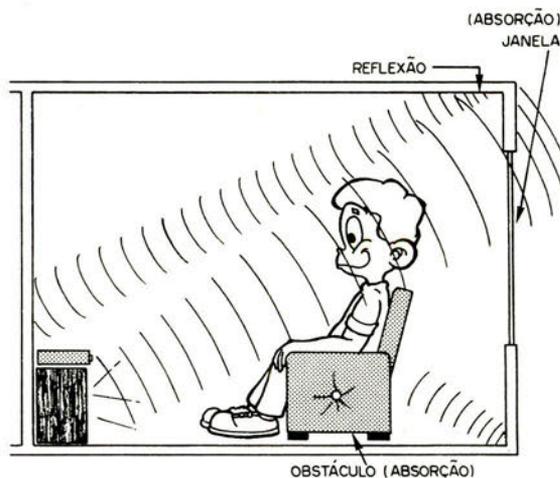


FIGURA 1

O ideal para se obter um som perfeito com um equipamento de som perfeito é o ambiente perfeito, ou seja, a câmara anecóica, onde não existem reflexões de som, nem a presença de objetos que possam impedir a livre propagação de todas as frequências. Evidentemente, a sala de estar de cada um está muito longe de ser uma câmara anecóica, e muito mais o carro.

Na verdade, o automóvel, pelas suas dimensões internas reduzidas, pela dificuldade em se ter uma localização adequada dos alto-falantes e, ainda, por ter a presença de passageiros normalmente em posições prejudiciais à propagação do som, constitui-se num desafio para a obtenção de excelente qualidade de reprodução. (figura 2)

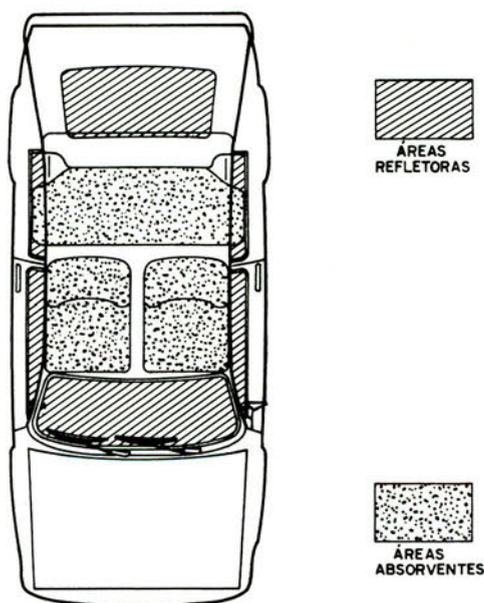


FIGURA 2

E, para piorar a situação, o carro em movimento por localidades em que existem problemas de interferências, absorção de sinais, etc., não permite que a recepção de FM seja sempre excelente.

Como obter o máximo do som de seu carro e a melhor recepção dos sinais de FM é o que o leitor verá neste artigo, baseado num manual da Bosch.

OS PROBLEMAS MAIS COMUNS

Os problemas começam com a recepção de sinais de FM, já que o veículo se

movimenta em relação à estação, podendo passar por entre obstáculos e ainda estar sujeito à captação de sinais refletidos.

Diversos são os fenômenos que acontecem com a recepção dos sinais de FM.

O primeiro é o denominado "efeito de sombra", que consiste no aparecimento de um ruído flutuante quando a emissora está distante, ou ainda quando existe um grande obstáculo topográfico entre a emissora e o receptor.

O segundo é o denominado "efeito de cerca", que acontece quando o veículo se desloca por uma via em que existem muitos prédios, caso em que o som sofre variações de intensidade, parecendo ir e voltar.

Os reflexos consistem no terceiro problema. Trata-se da reflexão do sinal em obstáculos, provocando fenômeno semelhante aos fantasmas em TV (figura 3). No FM o resultado dos fantasmas é a produção de assobios, distorções, batidas, variações da intensidade do som, etc.

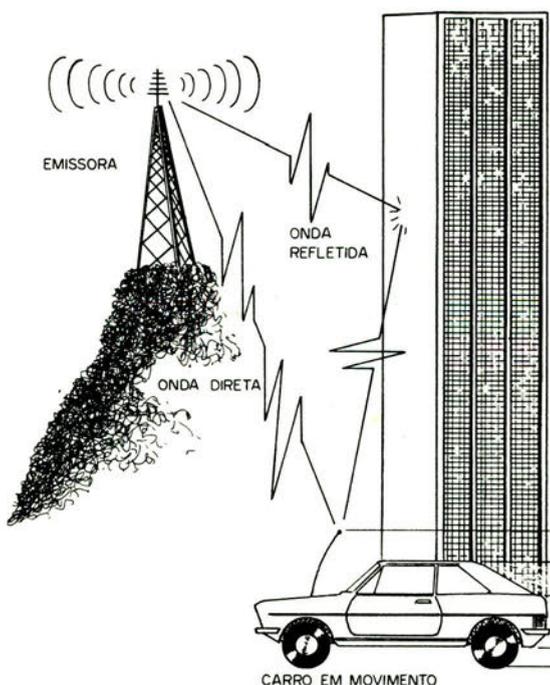


FIGURA 3

Para estes problemas existe uma solução parcial relativamente simples que é o ajuste da altura da antena receptora. Para o caso de sinais de FM, a altura da antena deve ser ajustada entre 75 cm e 1 metro, enquanto que para AM se obtém a melhor recepção com o máximo de comprimento.

Mas, a solução mais técnica, consiste na utilização de um dispositivo de compensação acústica, ou seja, na utilização de um eficiente controle de tonalidade ou, de modo mais completo, na utilização de um equalizador gráfico.

Enquanto o controle de tonalidade pode "corrigir" as distorções e variações da reprodução no espectro mais amplo, o equalizador gráfico é mais eficiente por ser seletivo. Com ele podemos corrigir a reprodução das frequências específicas em que os problemas tornam-se mais graves.

Na figura 4 temos um exemplo de curva de atuação de um equalizador de 5 faixas de frequências. Com o equalizador gráfico pode-se "remixar" o som da estação, do modo como ele chega ao seu receptor, adaptando-a à acústica de seu carro, ou ainda realçando a voz ou um instrumento qualquer, conforme seu gosto.

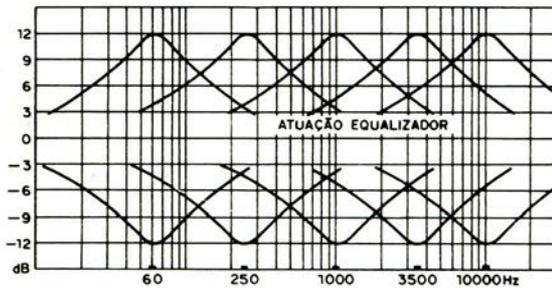


FIGURA 4

Além da equalização correta, devemos contar com alto-falantes de excelente desempenho e tweeter com seus divisores de frequência.

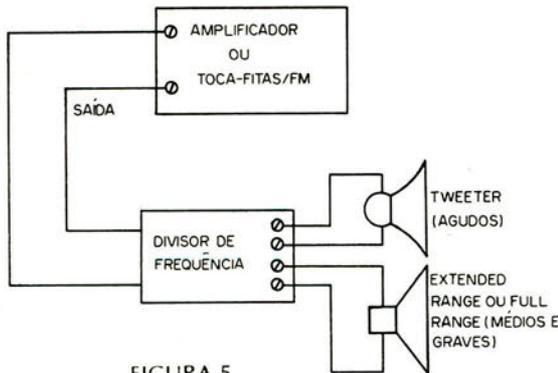


FIGURA 5

Os divisores de frequência são necessários para que somente os sons agudos que os tweeters devem reproduzir cheguem até eles, evitando assim sua saturação, o

que não só pode causar distorções como também sua própria queima. (figura 5)

OS ALTO-FALANTES

Os altos-falantes são parte importante do seu sistema de som no carro.

Você sabe exatamente o que deve ser "olhado" num bom alto-falante? Você é capaz de fazer um julgamento da qualidade de um alto-falante pelas suas características dadas num folheto informativo?

Para orientá-lo, leve em conta o seguinte:

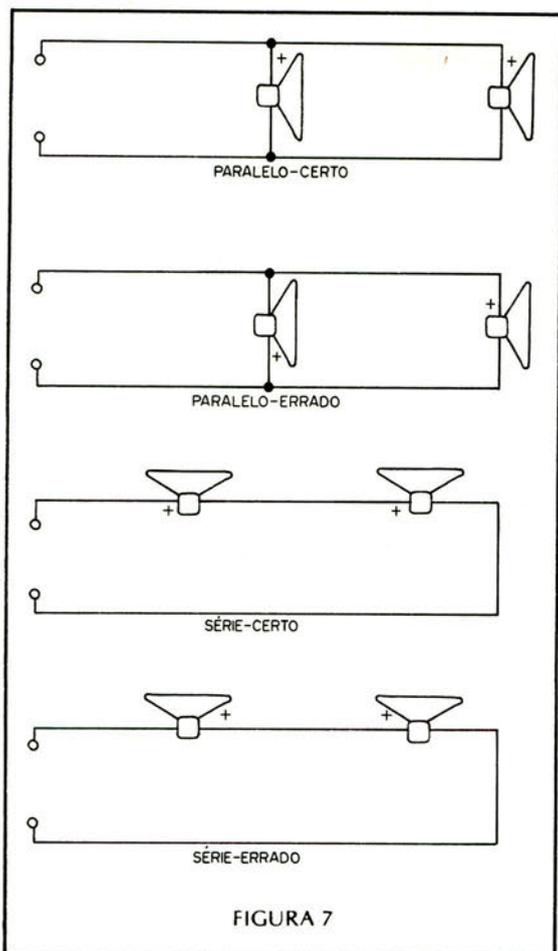
a) A impedância, o peso do imã e o tamanho do cone, são muito importantes para o desempenho de um alto-falante. Quanto menor a impedância, melhor o rendimento. Imãs pesados suportam com menor distorção os altos volumes de som. Cones maiores respondem melhor aos sons graves, enquanto os cones menores reproduzem os sons agudos.

b) A potência do alto-falante é a intensidade máxima que ele pode suportar sem se danificar. Ela deve ser sempre maior do que a potência de saída de seu equipamento. Um alto-falante de potência muito maior não implicará em melhor qualidade de som. Usar alto-falantes de 100W em amplificadores de 20W é apenas desperdiçar dinheiro. (figura 6)

FIGURA 6



c) Quando são usados 2 ou mais alto-falantes no carro, é importante que eles estejam fasados, ou seja, deve-se obedecer a polaridade de sua ligação, conforme mostra a figura 7.



A RESERVA DE POTÊNCIA

Por que ter um equipamento de som de grande potência num carro? É claro que tem havido um certo exagero nas especificações de potência dos amplificadores de som utilizados nos carros. Na verdade tem havido até uma propaganda enganosa em alguns casos, em que amplificadores que realmente fornecem potências da ordem de 20 ou 30W têm sido anunciados como amplificadores de 100 ou mesmo mais watts.

Mas, por que ter uma boa potência do equipamento de som do carro?

A potência é importante por diversos motivos.

O primeiro motivo está na eventual existência de ruídos externos que podem prejudicar a audição de um programa. O ruído do próprio carro em movimento, ou de carros num trânsito intenso, pode ser responsável por uma dificuldade de audição que só pode ser compensada pelo

aumento de volume, ou seja, pelo aumento de potência.

Veja, entretanto, que para chegar ao ponto em que a audição se torna boa não deve nunca ser preciso "puxar" toda a potência de um amplificador, toca-fitas ou, ainda, rádio. Deve-se ter sempre uma reserva boa de potência.

O motivo é que todos os amplificadores, por melhores que sejam, têm uma certa taxa de distorção (THD) no seu máximo volume, conforme mostra a figura 8.

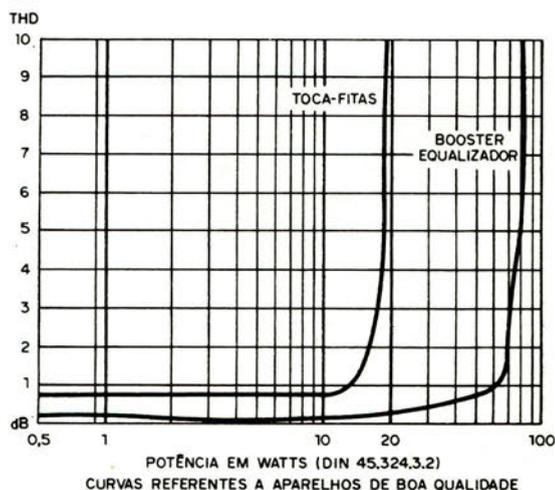


FIGURA 8

Devemos então ter a reserva de potência para chegar ao volume que queremos antes do ponto em que o aparelho comece realmente a distorcer.

Nenhum equipamento de som é feito para trabalhar "no último" volume, se bem que seja comum vermos o pessoal utilizar no carro os aparelhos de som sempre num volume em que a distorção se torna evidente.

A distorção de um aparelho de som é dada em forma de uma porcentagem (THD). Demonstra-se que, com distorções acima de 1%, o som torna-se desagradável aos nossos ouvidos, e mesmo cansativo.

OUTROS PROBLEMAS

Além do ruído externo, existem os ruídos de natureza elétrica, produzidos no próprio carro e que são captados por sua antena ou ainda pelo cabo de ligação da antena ao receptor de AM ou FM.

A maior parte das interferências que

ocorrem nos auto-rádios vêm do próprio motor do carro.

O distribuidor, as velas e a bobinas são responsáveis por ruídos que interferem na recepção.

Algumas recomendações são dadas para se evitar estes ruídos.

a) Instale a antena do lado contrário ao que se encontra o distribuidor e a bobina de ignição do carro (figura 9).

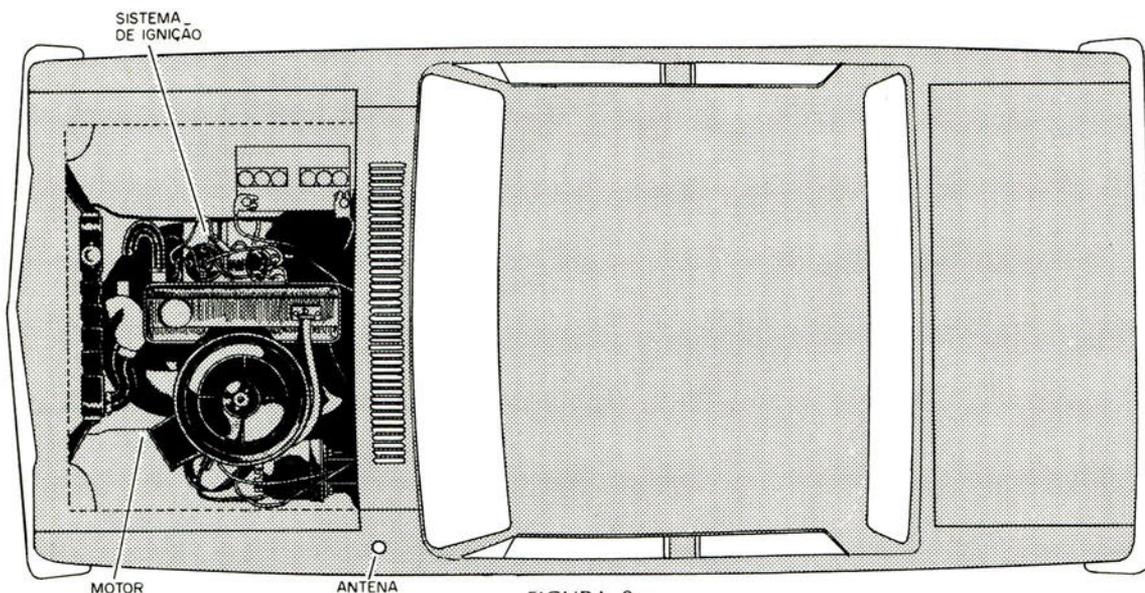


FIGURA 9

b) Em torno do furo de fixação da antena use graxa grafitada para garantir um bom contacto deste elemento com a lataria do carro e ainda impedir a sua oxidação.

c) O cabo da antena deve estar distante dos componentes do sistema de ignição do carro. Devem, eventualmente, usados supressores nas velas ou cabos resistivos.

AM — amplitude modulada — é um sistema de transmissão em que os sinais de áudio, que devem ser transmitidos, provocam variações na intensidade do sinal de rádio. Este processo de transmissão é utilizado pelas estações de ondas médias e curtas.

AVC — controle automático de volume — este circuito tem por finalidade manter o volume de uma estação, independentemente de variações da intensidade de seu sinal, que podem ocorrer com a movimentação do receptor ou ainda por condições de propagação dos sinais.

A LINGUAGEM DO SOM

Os termos utilizados em áudio têm significado bem estabelecidos. Saiba quais são estes significados, falando corretamente a linguagem do som.

a

AFC — controle automático de frequência — este circuito é encontrado em receptores de FM e tem a finalidade de manter o aparelho automaticamente sintonizado, ou seja, impede que a estação "escape" da sintonia.

Alto-falante coaxial — é um alto-falante que possui um tweeter combinado.

b

Balance ou balanço — este controle equilibra o nível dos sinais entre os canais de um aparelho estereofônico.

Bass ou graves — é o controle dos sons de baixas frequências, ou seja, os sons graves (baixos).

Booster — reforçador — é um aparelho usado para ampliar os sinais de áudio ou de RF. Pode ser usado para aumentar a potência do som (booster de áudio) ou ainda para reforçar os sinais recebidos pela antena (booster de antena).

d

dB — decibel — é a unidade de relação entre dois níveis de potência, sendo definida por $10 \times \log p_1/p_2$.

Distorção — modificação dos sinais reproduzidos por um aparelho, que não correspondem ao original. Deve-se à presença de sinais à mais, que não fazem parte do sinal original, excluindo-se o ruído provocado pelo próprio aparelho.

e

Equalizer ou equalizador — circuito que subdivide a faixa de áudio em várias faixas menores, de modo a permitir o reforço ou atenuação de certas frequências.

f

Fader — nos sistemas de som estéreo para carros, é um controle que permite ajustar o nível entre os canais dianteiro e traseiro.

Fading — é o desvanecimento periódico dos sinais de rádio, dando a impressão de um "vai e vem" que ocorre com as estações distantes de ondas curtas, devido à reflexão nas camadas ionizadas da atmosfera.

FET — transistor de efeito de campo — elemento semiconductor utilizado em circuitos receptores de alta qualidade.

FM — frequência modulada — sistema de transmissão em que o som transmitido provoca variações na frequência do sinal de rádio. Este sistema tem grande imunidade à ruídos e, por suas características, permite a emissão de programas em alta-fidelidade e com som estereofônico. Sua faixa de frequência situa-se entre 88 e 108 MHz.

Frequência — número de vibrações em cada segundo, medido normalmente em Hertz (Hz).

i

IC ou CI — circuito integrado — componente de pequenas dimensões que comporta um circuito completo ou com muitos elementos tais como diodos, transistores, resistores, etc.

IHF — instituto de alta-fidelidade — órgão constituído pelos fabricantes de aparelhos de alta-fidelidade nos Estados Unidos, com a finalidade de normalizar padrões e medidas. A sigla IHF é utilizada comumente para indicar potência de saída em aparelhos de som, lembrando-se que os Watts medidos desta maneira são muito maiores que os watts eficazes ou RMS.

Impedância — oposição ao fluxo de corrente alternada, medida em ohms.

l

Loudness — este circuito é utilizado para dar maior destaque aos graves e eventualmente aos agudos em baixos volumes. Sua finalidade é compensar as características do ouvido humano.

m

Mid-range — é um alto-falante destinado à reprodução dos sons de frequências médias, normalmente entre 400 e 3 500 Hz.

MPX — multiplex — é um sistema utilizado para transmitir vários sinais codificados através de uma única onda portadora ou emissão. Em FM é utilizado para se fazer a transmissão dos dois canais estereofônicos, com a utilização de uma única frequência portadora, ou seja, um único transmissor.

o

Overload — sobrecarga — indicador ou protetor de sobrecarga.

r

Receiver — denominação comum aos aparelhos que possuem, numa mesma unidade, um sintonizador (AM/FM ou FM) e um amplificador de áudio de alta-fidelidade.

RMS (valor efetivo para uma corrente alternada) — em termos de potência, indica quantos Watts (W) o aparelho de som pode fornecer constantemente, diferentemente da medida IHF, pico e musical, que dá valores instantâneos e comprovação complexa. Os números IHF, musical e de pico são maiores do que RMS, mas indicam a mesma "quantidade" de som.

Resposta de frequência — é a faixa de frequências de sons que um aparelho pode reproduzir.

S

Sintonia fina — é um dispositivo que permite encontrar uma estação com maior precisão.

Seletividade — é a capacidade de um receptor de separar estações de frequências próximas, evitando sua mistura ou a ocorrência de interferências.

Sensibilidade — é a capacidade de um receptor de captar sinais fracos, ou seja, estações fracas ou distantes.

t

THD — distorção harmônica total —

indica percentualmente as harmônicas geradas no aparelho, ou seja, as existentes na saída que não estavam presentes no sinal de entrada.

Tone ou tonalidade — controle para ajustar os graves e agudos.

Treble ou agudos — controle para ajustar o nível dos sons agudos.

Tuning ou sintonia — controle para mudar a frequência do sinal recebido, ou seja, fazer a escolha da estação.

Tweeter — alto-falante destinado à reprodução dos agudos.

W

Woofers — alto-falante destinado à reprodução dos graves.

ELETRÔNICA: OUTRO SUCESSO NO U. S. TRADE CENTER

Com mais de 50 fabricantes norte-americanos do setor eletrônico, o United States Trade Center de São Paulo promoverá em sua sede, à Av. Paulista, 2439, térreo, entre 24 e 27 de agosto próximo, das 15 às 21 horas, a ELECTRONICS'82 — Exposição de Instrumentos de Medição, Componentes Eletrônicos e Equipamentos/Ferramentas para Produção de PCB'S e Montagens Eletrônicas, que estará franqueada ao público interessado.

Após três eventos já realizados com muito sucesso neste campo, a ELECTRONICS'82 será novamente uma grande atração para todos os profissionais ligados à eletrônica, pois, além de trazer novidades deste segmento da indústria, estará também demonstrando a recente e sofisticada tecnologia desenvolvida nos EUA, por reconhecidas e importantes empresas, e que ainda não é produzida no Brasil.

Eis alguns dos produtos que estarão sendo exibidos durante a Exposição: monitores,

programadores universais de memória, simuladores, processadores, geradores de função e de pulso, multiplexadores, registradores gráficos, multímetros digitais, osciloscópios digitais, analisadores lógicos, programadores digitais, conectores, resistores, soquetes e terminais, microprocessadores e suportes, CI's para telecomunicações, controladores de discos flexível e rígido, potenciômetros, diodos, capacitores, transistores de potência, dessoldadores, alicates, equipamentos e materiais para reparos em circuitos impressos, sistemas CNC, brocas e fresas, etc.

Paralelamente à exibição estão programados dois Seminários Técnicos, nos dias 24 e 25, ministrados por renomados especialistas norte-americanos e brasileiros.

Informações mais detalhadas sobre a Exposição e o Seminário, poderão ser obtidas nos escritórios do U.S. Trade Center, à Av. Paulista, 2439, 1º andar, São Paulo/SP, ou através do telefone (011) 853-2011, no horário comercial.

CURSO DE MICROPROCESSADORES 8080-8085

SOFTWARE

- Organização do microprocessador
- Instruções do 8080 e 8085
- Programação

HARDWARE

- CPU 8080-8085
- Circuitos interface — Circuitos auxiliares
- Desenvolvimento de um microcomputador

AULAS

Às segundas, quartas e sextas-feiras, das 19:15 às 22:15 horas:
de 09/08/82 à 03/09/82.

Aos sábados, das 8:00 às 12:00 horas:
de 14/08/82 à 09/10/82.

PREÇO: Cr\$ 14.000,00 (inclusive apostilas e certificados).

MATRÍCULAS: CURSO CETEC — Av. George Corbisier, 870 — Metro Jabaquara
Informações pelo fone: 256-6307.

SELEÇÃO C-MOS 4001



Os circuitos integrados C-MOS estão aí. Já descrevemos, em outro artigo, várias aplicações do 4017, um contador de década dos mais populares. Muito mais simples que o 4017 é o 4001, o número 1 da série, portanto, que oferece inúmeras possibilidades ao projetista. Neste artigo focalizaremos algumas das aplicações práticas possíveis para o 4001.

O 4001 consiste num circuito integrado C-MOS capaz de operar com tensões entre 3 e 15V, ficando a faixa ótima, entretanto, entre 5 e 15V.

Este circuito integrado é formado por 4 portas NAND de duas entradas com a disposição mostrada na figura 1.

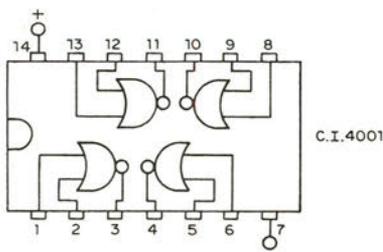


FIGURA 1

Estas 4 portas são independentes, o que quer dizer que podemos usá-las em circuitos distintos, tendo apenas em comum a fonte de alimentação.

Como todos os integrados C-MOS, este também é de baixa potência (todos desta série), o que quer dizer que nas aplicações de altas potências são necessários circuitos adicionais de amplificação.

Assim, para uma tensão de alimentação de 15V, teremos uma saída no nível HI de 14,95V, mas sob corrente máxima, tipicamente em torno de 2 mA. No nível LO a tensão será de 0,01 e a corrente típica disponível da mesma ordem de 2 mA.

Mas, o que podemos fazer com 4 portas NAND de duas entradas?

Utilizadas normalmente na implemen-

tação de circuitos lógicos de maior complexidade, essas portas podem, entretanto, encontrar diversas aplicações recreativas, operando como osciladores, monoestáveis, etc.

São estas aplicações recreativas que procuraremos levar aos leitores neste artigo.

O baixo custo atual do circuito integrado C-MOS 4001 permitirá ao leitor a montagem destes projetos, com facilidade.

1. MONOESTÁVEL

O primeiro circuito, mostrado na figura 2, é de um multivibrador monoestável com duas portas NAND das 4 disponíveis no 4001. Neste circuito, um pulso positivo de entrada ativa o circuito, obtendo-se na saída um pulso cuja duração depende do capacitor C1. Veja que a duração do pulso de saída independe do pulso de entrada.

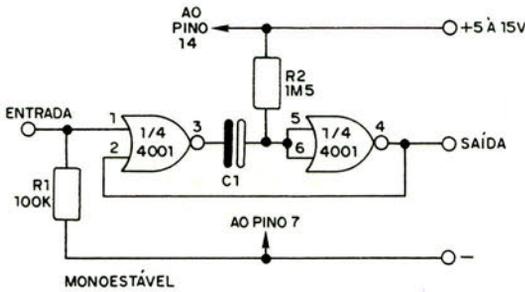


FIGURA 2

Este circuito pode ser utilizado para se obter na saída um pulso de duração constante, independente do pulso de saída.

Veja que o pulso de entrada deve ter uma amplitude compatível com as características do circuito C-MOS 4001 e de sua alimentação.

Isso significa que, para uma alimentação de 5V, o pulso HI de disparo deve ter uma amplitude compreendida entre 3,5 e 5V; para uma alimentação de 10V, este pulso deve ter entre 7 e 10V e para 15V, entre 10,5 e 15V.

A duração mínima do pulso de saída deve ser maior que 20 ns.

2. MONOESTÁVEL DISPARADO POR INTERRUPTOR

Este circuito permite obter um pulso de saída independente, em duração, do

tempo de ação sobre o interruptor S1. (figura 3)

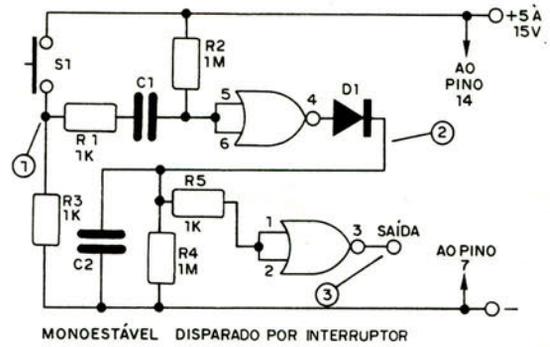


FIGURA 3

Uma aplicação possível é em contadores, para eliminar o rebatimento dos contactos do interruptor, que pode ser responsável pela produção de um trem de pulsos em lugar de um só, ao ser pressionado.

São usadas, neste caso, duas das 4 portas NAND do integrado 4001. O diodo D1 é de uso geral 1N4148.

Veja que os pinos 7 e 14 são ligados à fonte de alimentação. É costume conveniente aterrar-se as entradas das demais portas do integrado, se elas não forem utilizadas.

Na figura 4 mostramos os tempos obtidos para os sinais neste circuito.

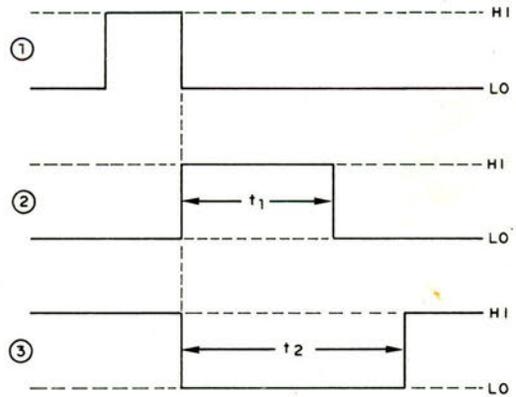


FIGURA 4

O tempo t1 depende do valor do capacitor C1, enquanto que o tempo t2 depende do valor do capacitor C2.

Uma característica importante deste circuito, a ser observada, é que a saída, normalmente no nível HI, permanece um certo tempo t2 no nível LO depois de terminado o impulso produzido pelo interruptor S1.

Valem as mesmas considerações do circuito anterior para as amplitudes dos sinais encontrados no ponto 1.

Os valores de C1 e C2 devem levar em conta a velocidade de operação do C-MOS. Como valores mínimos para C1 e C2 sugerimos 1 000 pF.

3. MONOESTÁVEL DE DISPARO EXTERNO

O circuito mostrado na figura 5 difere do anterior pela possibilidade de se fazer seu disparo por um pulso vindo de fora. A intensidade deste pulso deve ser levada em conta, do mesmo modo que no primeiro circuito.

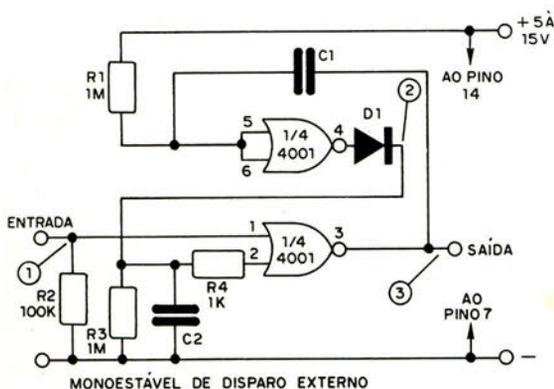


FIGURA 5

Outra diferença importante a ser observada neste circuito é que se obtém o pulso de saída (LO) no mesmo instante em que ocorre a aplicação do pulso de entrada, diferente, portanto, do circuito da figura 3.

Os tempos são dados pelos capacitores, conforme a figura 6.

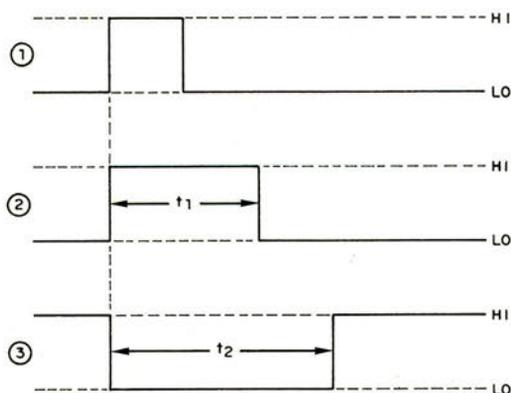


FIGURA 6

O tempo t_1 depende então de C1, enquanto que t_2 depende de C2. Os valores mínimos destes tempos estão determinados pela velocidade de operação do integrado. Valores menores do que 1 nF para C1 e C2 não são recomendados.

4. ASTÁVEL

O circuito da figura 7 produz um sinal de forma de onda perfeitamente retangular. Para um capacitor C1 de 1 nF teremos uma frequência de aproximadamente 1 kHz.

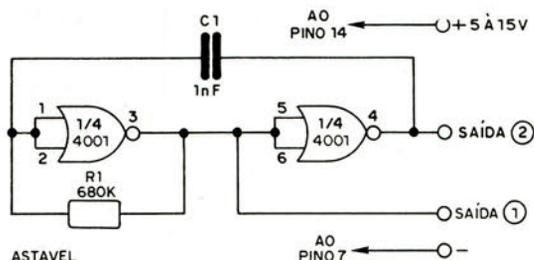


FIGURA 7

O resistor R1 também influi na frequência de operação do circuito.

São usadas duas das 4 portas NAND do integrado 4001. Se as outras portas não forem usadas, será conveniente ligá-las ao pólo negativo da fonte de alimentação.

5. ASTÁVEL DE 500 À 5 000 Hz

Para se obter sinais de frequência variável, o circuito da figura 8 é recomendado.

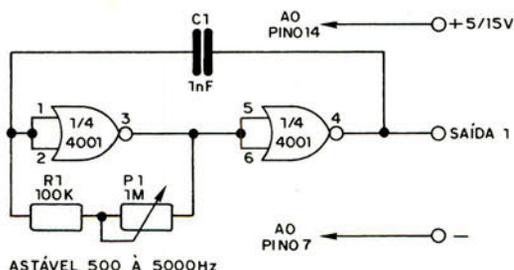


FIGURA 8

Neste circuito, o potenciômetro P1 permite ajustar a frequência na relação de 1:10, o que significa que, com C1 de 1 nF, pode-se obter sinais na faixa de 500 à 5 000 Hz. O valor de C1 pode ser alterado

para se obter outra faixa de frequências de operação.

Do mesmo modo que no caso anterior, o aterramento das entradas não usadas das outras portas é conveniente.

6. PULSADOR DE 12V

O circuito astável da figura 9 permite obter lampejos na frequência de 1 Hz de uma lâmpada de 250 mA de corrente máxima, sob tensão de 12V.

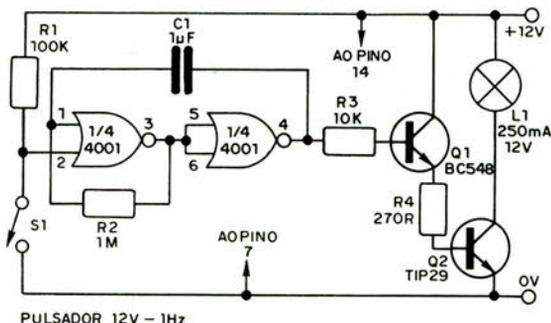


FIGURA 9

O circuito pode ser usado como sinalizador para carros, ou em outras aplicações semelhantes.

A frequência das pulsações é dada pelo capacitor C1, que pode ser aumentado para intervalos mais longos. Com 10 µF se obtém pulsações com intervalos de 10 segundos.

A chave S1 é usada como controle para este circuito, ativando-o sem necessidade de se atuar sobre a alimentação.

O transistor Q2 deverá ser montado num dissipador de calor. É válida também a condição de aterramento das entradas não usadas.

7. TEMPORIZADOR

Utilizando duas das 4 portas NAND do integrado 4001, o circuito da figura 10 ativa o relê e o mantém por um intervalo de tempo que depende do capacitor C1.

Com um capacitor de 10 µF teremos um intervalo de tempo da ordem de 10 segundos. Tempos muito grandes são limitados pela qualidade dos capacitores usados, que sempre apresentam fugas.

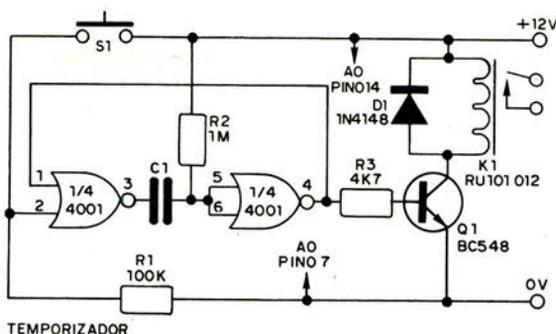


FIGURA 10

O relê, do tipo RU 101 012, exige para excitação uma etapa impulsora que emprega um transistor para uso geral BC548 ou equivalente. Este relê permite o controle de cargas de correntes elevadas, já que ele suporta em seus contactos até 10A.

Outro interessante temporizador é mostrado na figura 11, utilizando uma das 4 portas NAND do integrado 4001.

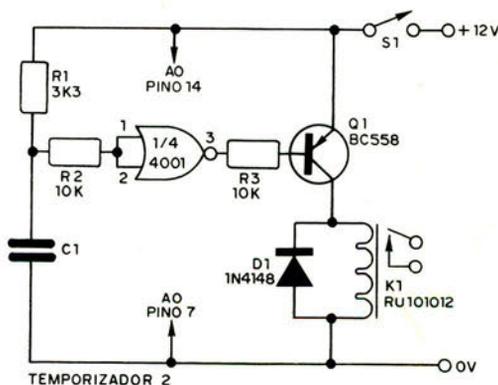


FIGURA 11

O relê é de uso geral RU 101 012 de 12V de tensão de bobina, devendo ser excitado por um transistor.

O tempo de acionamento do temporizador é dado pelo capacitor C1, que pode ter valores entre 1 µF e 100 µF. Valores maiores dependem muito da qualidade dos capacitores usados.

8. OSCILADOR DE 1 kHz

O oscilador da figura 12 pode ser usado em sistemas de alarme, chamada ou aviso, produzindo um som de aproximadamente 1 kHz num alto-falante comum.

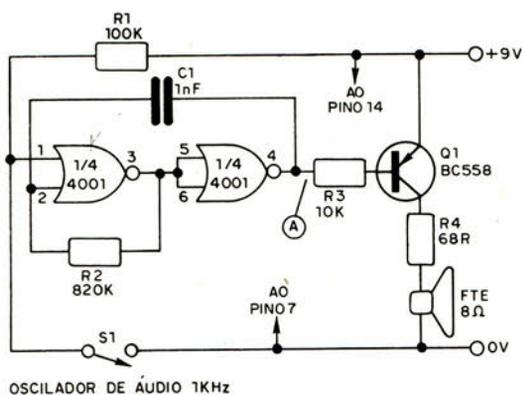


FIGURA 12

São usadas duas das 4 portas NAND, numa configuração astável cuja frequência depende de C1.

O transistor funciona como amplificador para poder excitar diretamente o alto-falante. Mesmo assim, um resistor é necessário para reduzir a intensidade de corrente a um valor suportável pelo transistor de uso geral.

Esta configuração é recomendada para os casos em que deseja-se baixos níveis de sinal.

Se for preciso maior volume de som, deve-se usar, no mesmo circuito, a etapa amplificadora da figura 13.

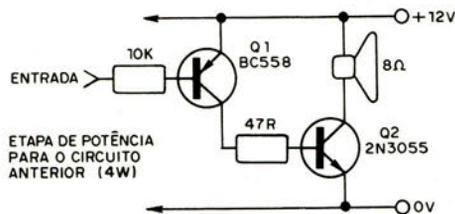


FIGURA 13

Esta configuração da figura 13 permite obter, num alto-falante de 8 ohms, uma potência da ordem de 4W, com uma tensão de alimentação de 12V.

O transistor 2N3055 deverá ser montado num pequeno dissipador de calor, nesta versão.

Eliminando-se R3, R4 e o transistor no circuito da figura 12, ligamos a entrada desta etapa no ponto (A).

A alimentação é comum aos dois circuitos.

Mas, se o leitor realmente deseja muito mais potência, o recomendado é o circui-

to da figura 14, que pode chegar aos 20W com um alto-falante bom de 4 ohms e a alimentação de 12V de uma bateria de carro.

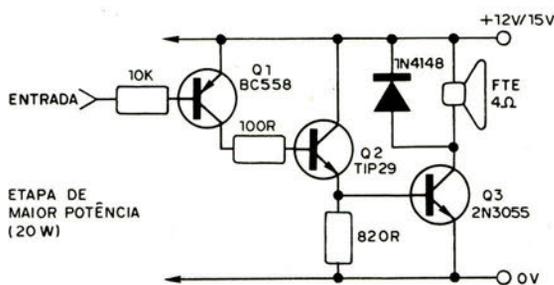


FIGURA 14

O transistor 2N3055, neste circuito, deve ser montado num bom dissipador de calor, em vista da corrente de operação.

A ligação no circuito da figura 12 se faz também no ponto (A), com a eliminação de R3, R4 e do transistor.

9. SIRENE MODULADA

Para um som mais "incrementado" para avisos, efeitos sonoros ou alarmes, sugerimos o circuito da figura 15.

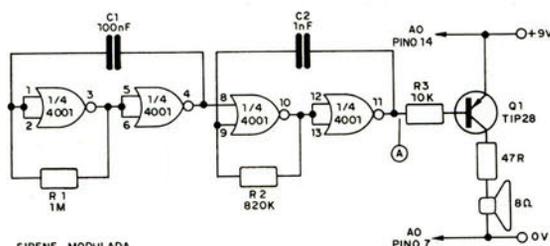


FIGURA 15

Neste circuito temos dois osciladores, um controlando o outro, empregando as 4 portas NAND do integrado 4001.

O primeiro é o circuito modulador, que opera em torno de 10 Hz (esta frequência depende de C1) e o segundo que opera em torno de 1 kHz (esta frequência depende de C2). O primeiro circuito controla o segundo, de modo que temos a modulação do sinal obtido no ponto (A). Este sinal modulado é amplificado pelo transistor Q1, sendo então levado ao alto-falante.

Esta configuração é de baixa potência. Mas, se o leitor quiser mais volume no som, pode utilizar igualmente as etapas amplificadoras da figura 13 ou 14, ligando-as ao ponto (A).

Neste caso, a alimentação poderá subir dos 9V para 12 ou mesmo 15V.

10. INTERRUPTOR DE TOQUE OU ALARME DE ÁGUA

A presença de uma baixa resistência entre os terminais do sensor faz com que este oscilador modulado entre em ação, emitindo som pelo alto-falante.

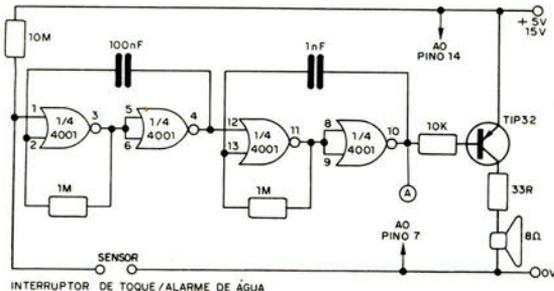


FIGURA 16

São usados dois osciladores, cada qual com duas portas NAND, obtendo-se um sinal modulado. A ativação do primeiro oscilador, que controla o segundo, é feita com a presença de uma baixa resistência no sensor.

Para o integrado C-MOS esta "baixa resistência" é da ordem de alguns megohms, o que quer dizer que a presença de umidade, o toque dos dedos ou mesmo gotas de chuva podem disparar o circuito, com a emissão de som.

Também neste circuito podem ser empregadas as etapas amplificadoras das figuras 13 e 14 com a ligação no ponto (A).

PORMENORES CONSTRUTIVOS

Trabalhar com circuitos integrados pode parecer difícil para os leitores, principalmente para aqueles que não tenham habilidade para projetar suas placas de circuito impresso.

Entretanto, como em todas montagens apenas um integrado é usado, sugerimos a utilização de uma "placa de prova" ou "placa experimental", que servirá para todas as montagens.

A sugestão é dada na figura 17.

Esta placa pode então ser "ligada" a uma ponte de terminais, onde são feitas as ligações aos demais componentes que for-

marão o circuito, conforme mostra a figura 18.

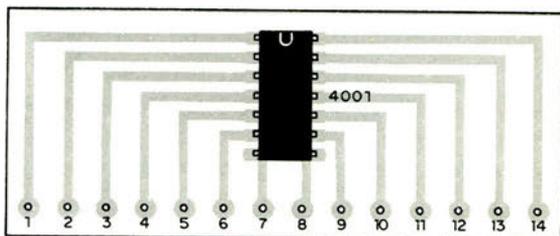
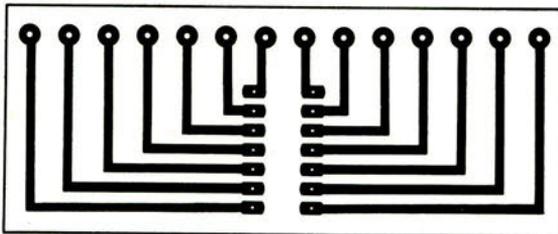


FIGURA 17

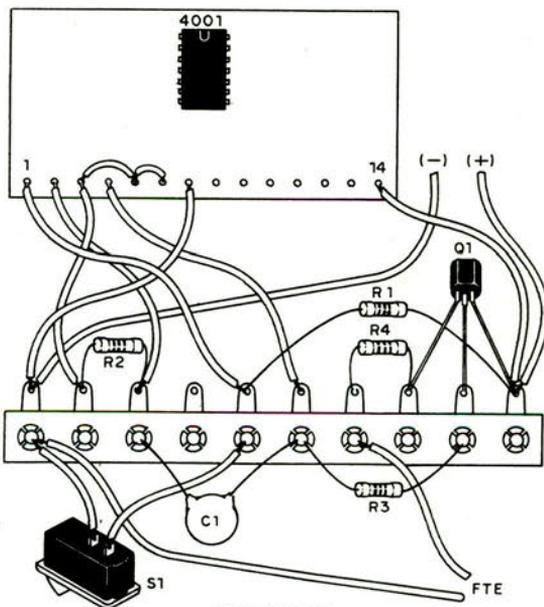


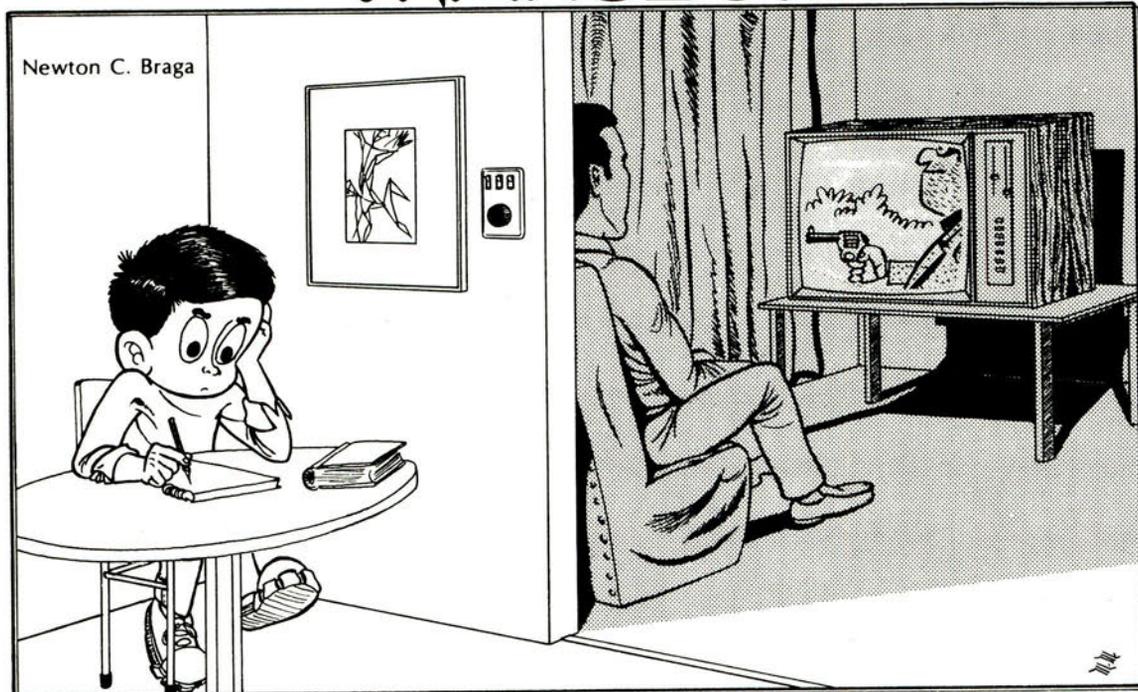
FIGURA 18

Nesta figura 18, por exemplo, mostramos a construção completa do circuito da figura 12, ou seja, o oscilador de áudio de 1 kHz.

ERRATA

Na revista nº 116, artigo "Fonte com Proteção Contra Curtos", foi omitido na lista de material (pág. 51), o resistor: R5-1k (marrom, preto, vermelho). Todos os resistores do projeto são de 1/4W.

TRANSLUX



Um interessante acessório para a iluminação de sua casa: você pode ter o controle simultâneo de duas lâmpadas, com a redução da luz de uma ao mesmo tempo que a outra aumenta de brilho. Em ambientes duplos, corredores, abajures, trata-se de algo que realmente pode dar um toque diferente. Simples de montar, pode ser embutido na parede e controlar lâmpadas incandescentes comuns.

Você pode dar aos seus ambientes domésticos um toque diferente com um sistema de transição de luminosidade, totalmente eletrônico, mas simples de montar e de instalar. Acionando um controle, você faz com que a luminosidade de uma lâmpada decresça suavemente, ao mesmo tempo que a de outra aumenta com a mesma suavidade.

Você pode usar este controle para fazer a passagem suave da luminosidade de um ambiente para outro ou, simplesmente,

fazer o ajuste do ponto ideal de luz combinada de dois ambientes.

Para os que possuem, em sua casa, ambientes duplos, como sala de jantar e sala de visitas, este é um controle que sem dúvida lhe será de grande utilidade, com efeitos especiais que impressionarão seus amigos.

O controle pode também ser usado para controlar abajures, com a transição de sua luminosidade de acordo com suas necessidades. (figura 1)

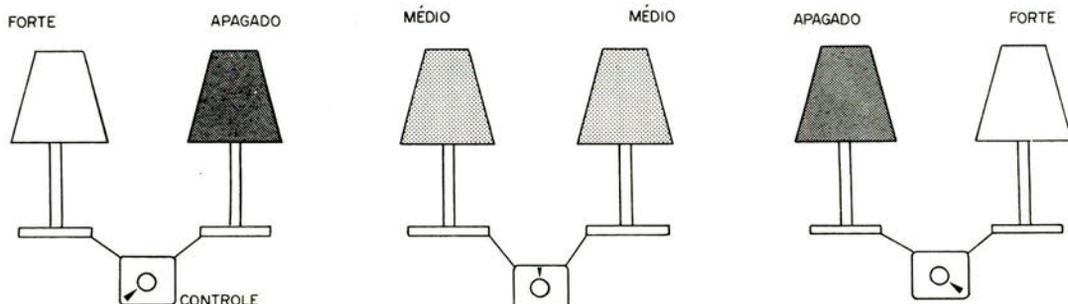


FIGURA 1

O aparelho é basicamente formado por dois dimmers (controles eletrônicos de intensidade luminosa), controlados por um único potenciômetro.

Com o ajuste deste potenciômetro faz-se a transição de luz, de modo que a redução de uma, corresponda o aumento da outra. Um interruptor geral serve para ligar e desligar o sistema, e uma chave para cada lâmpada permite a eliminação da ação do dimmer com o simples acendimento ou apagamento das lâmpadas.

O sistema pode ser usado com lâmpadas de até 100W em cada ambiente e funciona tanto na rede de 110V como de 220V.

COMO FUNCIONA

A base deste circuito é o dimmer com diodo controlado de silício (SCR), cujo circuito básico é mostrado na figura 2.

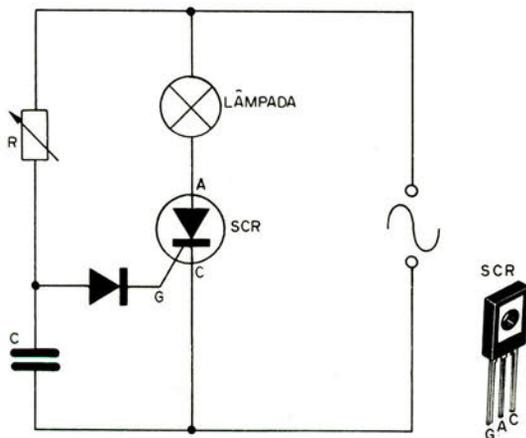


FIGURA 2

Os SCRs são comutadores (chaves) de estado sólido que, com sua ação muito rápida, podem ligar ou desligar um circuito milhares de vezes em cada segundo.

O funcionamento do circuito é então o seguinte:

Em cada semiciclo positivo da tensão alternante da rede de alimentação, o capacitor inicia sua carga até o ponto de disparo do SCR. Este ponto de disparo é alcançado mais cedo ou mais tarde conforme o valor do resistor variável R.

Se o resistor for pequeno (R mínimo), a carga será rápida e o disparo ocorre logo no início do semiciclo. Nestas condições,

o SCR conduz praticamente todo o semiciclo positivo da alimentação, que então aparece sobre o circuito de carga que é a lâmpada.

Se o resistor for grande (R máximo), a carga será mais lenta e o disparo não chega nem a ocorrer, pois quando o ponto é atingido, o semiciclo da alimentação já terminou.

Veja então que, dosando o valor de R, podemos disparar o SCR em diversos pontos do semiciclo, obtendo com isso diversas parcelas de energia conduzida para a carga.

Com o disparo no início do ciclo temos então mais potência conduzida para a lâmpada e maior brilho. Para um disparo intermediário, temos menos potência e menor brilho, e finalmente com toda resistência, não temos sequer o disparo e a lâmpada permanece apagada. (figura 3)

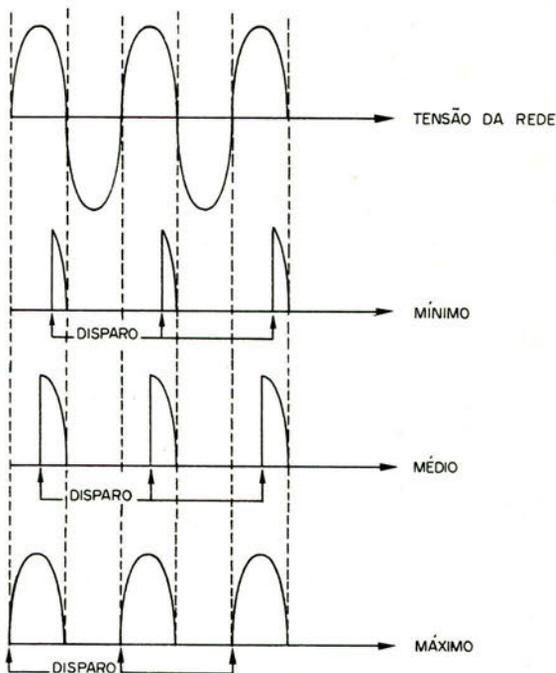


FIGURA 3

O valor do resistor variável e do capacitor C do circuito é que determinam portanto a faixa de atuação do controle, ou seja, os pontos de mínimo e máximo brilho.

Um ponto importante a ser observado neste controle de potência é que os SCRs só podem conduzir um semiciclo da alimentação, de modo que na condição de mínima

resistência temos aproximadamente metade do brilho máximo para a lâmpada usada.

Esta deficiência entretanto é suprida pelo emprego de uma chave auxiliar ligada em paralelo com o SCR, que permite a ligação direta da lâmpada, conforme mostra a figura 4.

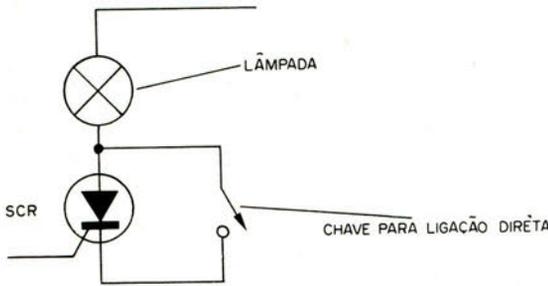


FIGURA 4

No nosso projeto utilizamos dois controles de ação simultânea, conforme mostra a figura 5.

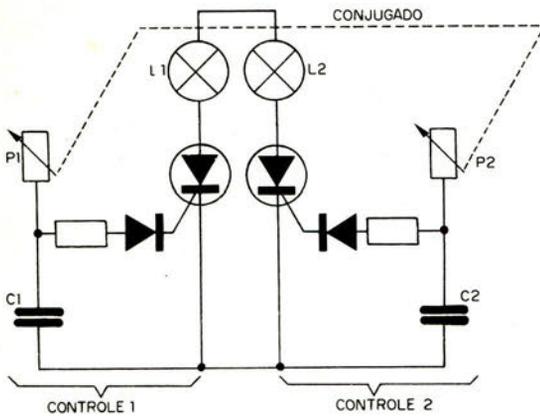


FIGURA 5

Assim, quando giramos o eixo do potenciômetro, ao mesmo tempo que para um dos circuitos obtemos um aumento de resistência, para o outro obtemos uma diminuição da resistência. Como cada uma destas resistências determina o instante de disparo de um SCR, isso significa que, quando giramos o potenciômetro, ao mesmo tempo que aumentamos o brilho de uma das lâmpadas, diminuímos o brilho da outra.

É importante notar que a característica de disparo muito rápido dos SCRs é responsável por um tipo de interferência em rádios e sintonizadores de AM, que nem sempre pode ser eliminada. Assim, não é conveniente utilizar este tipo de circuito

em sistemas nos quais o cabo de alimentação da tomada de rádios e sintonizadores passe pelo mesmo condutor (cano), conforme mostra a figura 6.

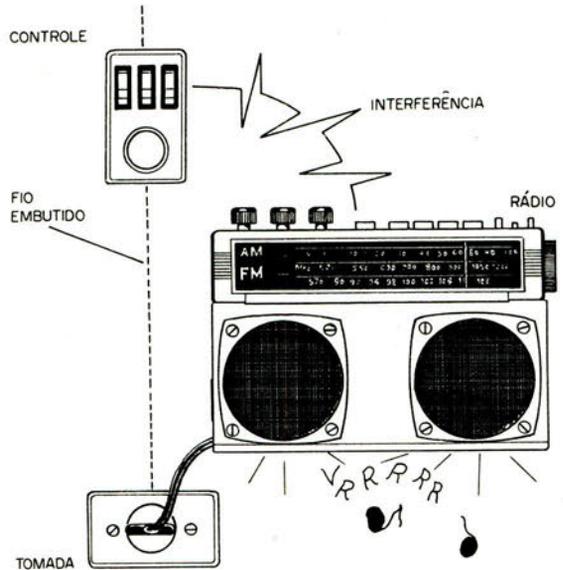


FIGURA 6

MATERIAL

Todo o material usado nesta montagem pode ser encontrado com muita facilidade nas casas especializadas.

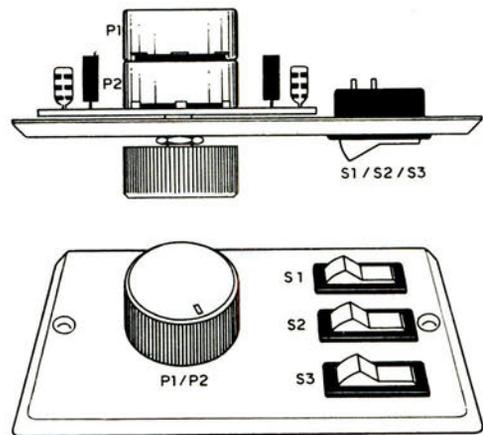


FIGURA 7

Existem duas possibilidades de montagem para o aparelho, conforme a vontade e disponibilidade de cada um: pode-se ter a montagem compacta em placa de circuito impresso, conforme mostra a figura 7, que é recomendada para o caso em que desejarmos embutir este aparelho na parede, em

lugar de interruptores comuns. Existe também a versão em caixa que permite o controle de abajures ou lâmpadas mesmo, mas de uso remoto, conforme mostra a figura 8. Nesta figura temos também as dimensões da caixa que, sendo relativamente amplas, permitem a versão em ponte de terminais, recomendada para os menos experientes.

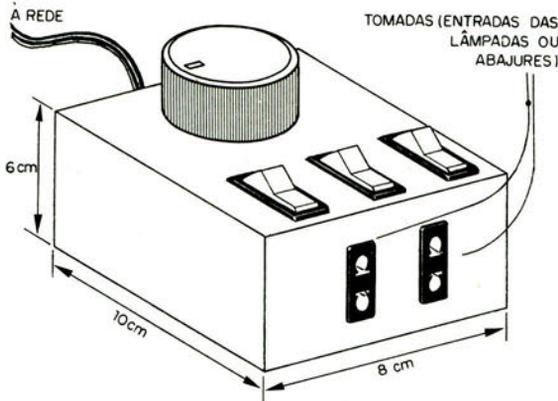


FIGURA 8

Com relação aos componentes eletrônicos são as seguintes as recomendações que temos a fazer:

Os SCRs devem ser do tipo MCR106, IR106 ou C106 para 200V, se sua rede for de 110V e para 400V, se sua rede for de 220V.

Se você vai controlar lâmpadas que em cada ramo do circuito represente uma potência maior que 60W, será preciso montar os SCRs em dissipadores de calor, que nada mais são do que chapinhas de metal presas com parafusos, para ajudar a irradiar o calor gerado, conforme mostra a figura 9. Com bons dissipadores pode-se controlar até 200W de lâmpadas com cada SCR.

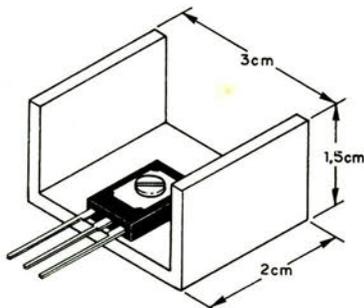


FIGURA 9

Os diodos D1 e D2 são de silício para uso geral com tensões de trabalho da ordem de 100V ou mais. Usamos no protótipo os 1N4004, mas equivalentes como o 1N4007, BY126, etc., servem perfeitamente.

C1 e C2 são capacitores de poliéster metalizado ou mesmo poliéster comuns de 220 nF, para uma tensão de pelo menos 250V. Estes capacitores podem ter seus valores alterados para modificar a faixa de ação do controle. Valores entre 150 nF e 330 nF podem ser experimentados.

O potenciômetro é duplo de 100k, para o caso da rede de 110V e de 220k, para a rede de 220V. Modificações no valor deste componente podem ser feitas com compensação no valor dos capacitores. Por exemplo, na dificuldade em obter um potenciômetro de 220k, pode-se usar um de 100k, com alteração para 330 nF ou 470 nF dos capacitores C1 e C2.

Os resistores são de 1/8W com os valores indicados ou mesmo próximos. Valores como 10k ou 12k podem ser usados.

Temos finalmente os três interruptores que são do tipo simples e que suportem as mesmas correntes dos SCRs.

Material adicional consiste em fios, solda, placa de circuito impresso ou ponte de terminais, caixa para montagem, etc.

MONTAGEM

A soldagem dos componentes deve ser feita com um ferro de pequena potência e solda de boa qualidade. Ferramentas adicionais são as que fazem parte de toda bancada de eletrônica, como por exemplo os tradicionais alicates de ponta e corte, chaves de fendas, etc.

Na figura 10 temos então o circuito completo do Translux, com os valores dos componentes. Na figura 11 temos a montagem feita em ponte de terminais, e na figura 12 temos a versão em placa de circuito impresso em tamanho natural.

Damos a nossa sugestão de sequência de operações para a montagem:

a) Solde em primeiro lugar os SCRs observando sua posição. Na montagem em ponte, abra ligeiramente os seus terminais para que se ajustem aos pontos de soldagem. Depois de soldar estes componentes, fixe os dissipadores de calor, se você for

usar lâmpadas de mais de 60W. Seja rápido na soldagem, pois estes componentes são sensíveis ao calor.

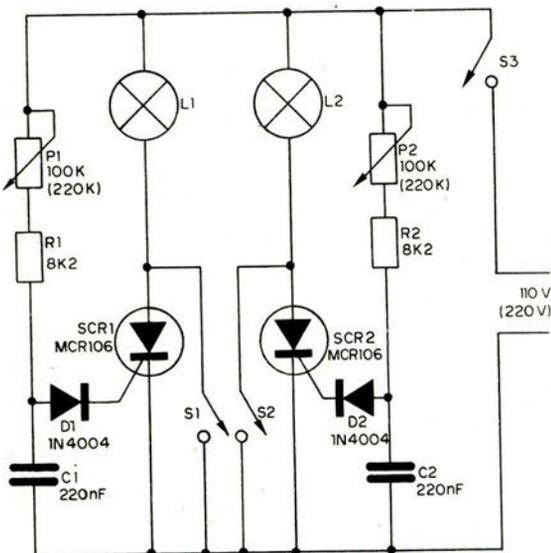


FIGURA 10

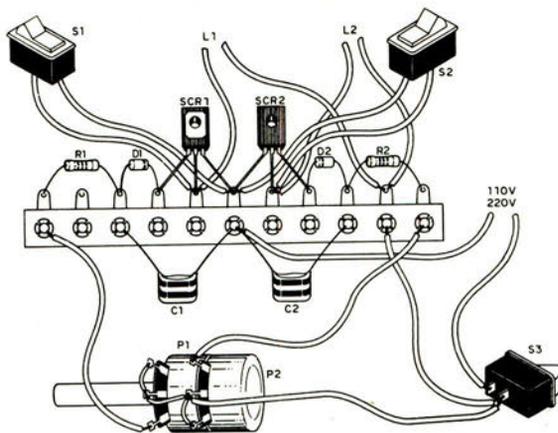


FIGURA 11

b) Solde os diodos D1 e D2. Dobre seus terminais de acordo com a sua montagem e observe bem sua polaridade que é dada pelos anéis em seu corpo. Seja também rápido na soldagem por causa do calor gerado.

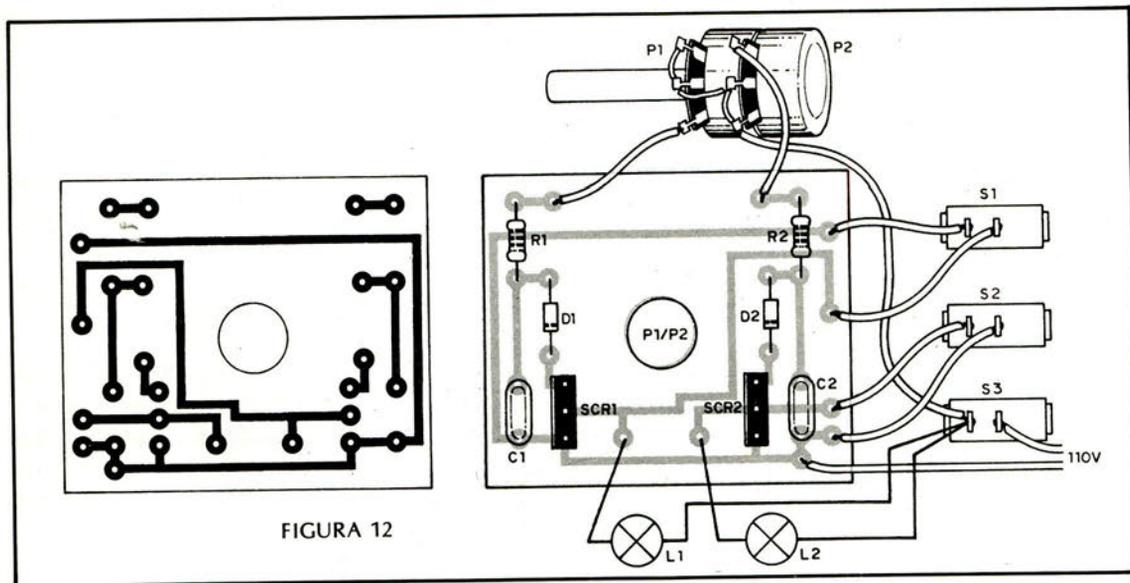


FIGURA 12

c) Solde os resistores R1 e R2. Estes componentes não têm polaridade certa, mas são delicados. Corte seus terminais no comprimento apropriado à montagem e seja rápido na soldagem.

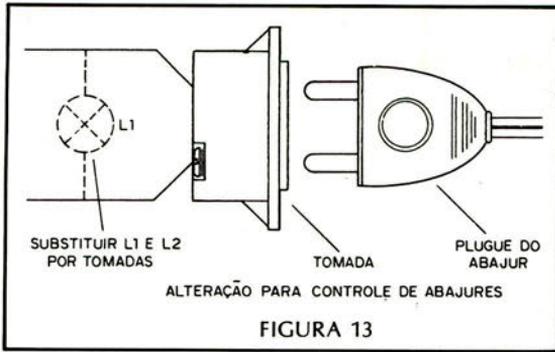
d) Para soldar os capacitores C1 e C2 você não precisa observar sua polaridade, mas deve ser rápido, pois eles são bastante sensíveis ao calor. Ao dobrar seus terminais você também deve ter cuidado para não parti-los, nem estragar o componente.

e) Faça as ligações do potenciômetro, observando que as posições dos fios que

vão a R1 e R2 são opostas. Estes fios devem ter no máximo 20 cm de comprimento se sua versão for em ponte de terminais.

f) Faça a ligação dos soquetes das lâmpadas, se sua versão for deste tipo. Se for para embutir, deixe simplesmente os fios para a sua ligação, e se for para controlar abajures, deixe em seu lugar duas tomadas conforme mostra a figura 13.

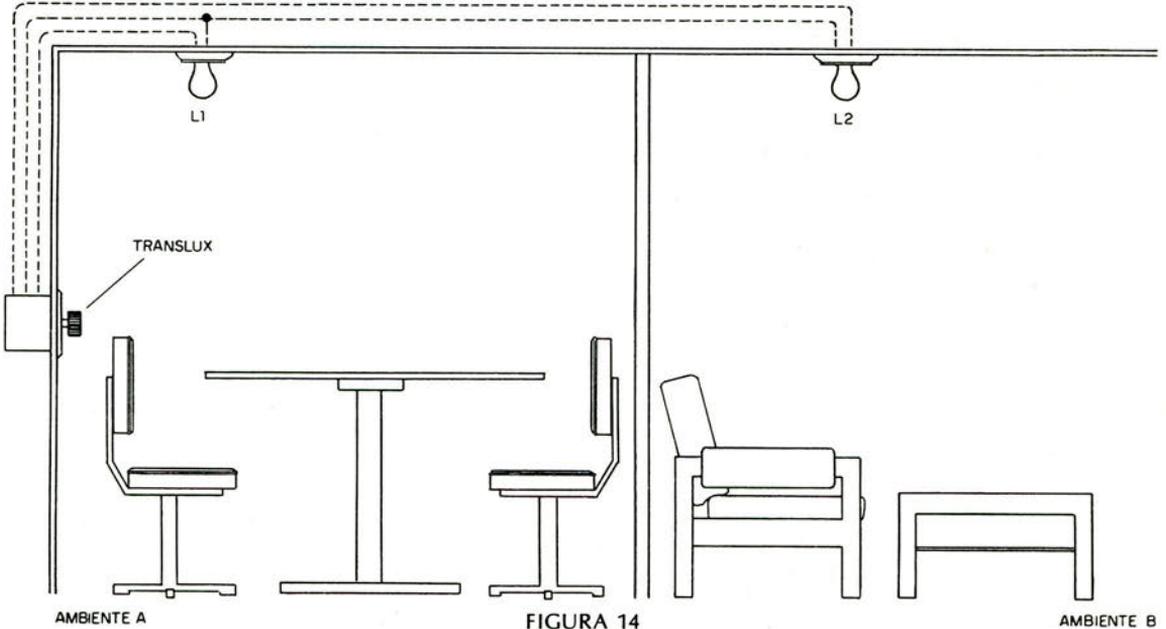
g) Complete com a ligação das chaves S1, S2 e S3, utilizando fios não muito compridos.



PROVA E INSTALAÇÃO

Para provar o seu Translux, ligue nos receptáculos ou soquetes um par de lâmpadas (de 25 à 60W, não precisando serem iguais), e os cabos marcados com 110/220V na rede local, ou seja, na tomada.

Ligue S3 e vá girando o potenciômetro. Uma das lâmpadas deve acender e a outra não (veja antes as duas chaves S1 e S2, que devem estar desligadas).



Movimentando o potenciômetro mais e mais para a direita, o brilho de uma das lâmpadas deve aumentar ao mesmo tempo que o brilho da outra deve diminuir.

Se as lâmpadas (ou uma das lâmpadas) permanecerem acesas e não responderem ao controle, veja o SCR correspondente que pode estar com problemas. Para comprovar isso, basta desligar o diodo correspondente. Se o SCR ainda mantiver ligada a lâmpada é porque ele não serve.

Se as variações de brilho não ocorrerem de acordo com o que você deseja, tente modificar o comportamento do aparelho com a troca dos capacitores C1 e C2.

Se uma das lâmpadas não acender, verifique também o SCR correspondente e a ligação do diodo.

Comprovado o funcionamento do aparelho você pode instalá-lo em definitivo, conforme as sugestões da figura 14.

Para cancelar a ação do aparelho basta

atuar sobre S1 e S2, que ligam as lâmpadas diretamente e com a máxima potência. Para desligar o aparelho use S3.

LISTA DE MATERIAL

SCR1, SCR2 – MCR106, C106 ou IR106 – diodos controlados de silício de acordo com a rede local – ver texto

D1, D2 – 1N4004 ou equivalentes – diodos de silício

R1, R2 – 8k2 x 1/8W – resistores (cinza, vermelho, vermelho)

P1, P2 – potenciômetro de 100k duplo

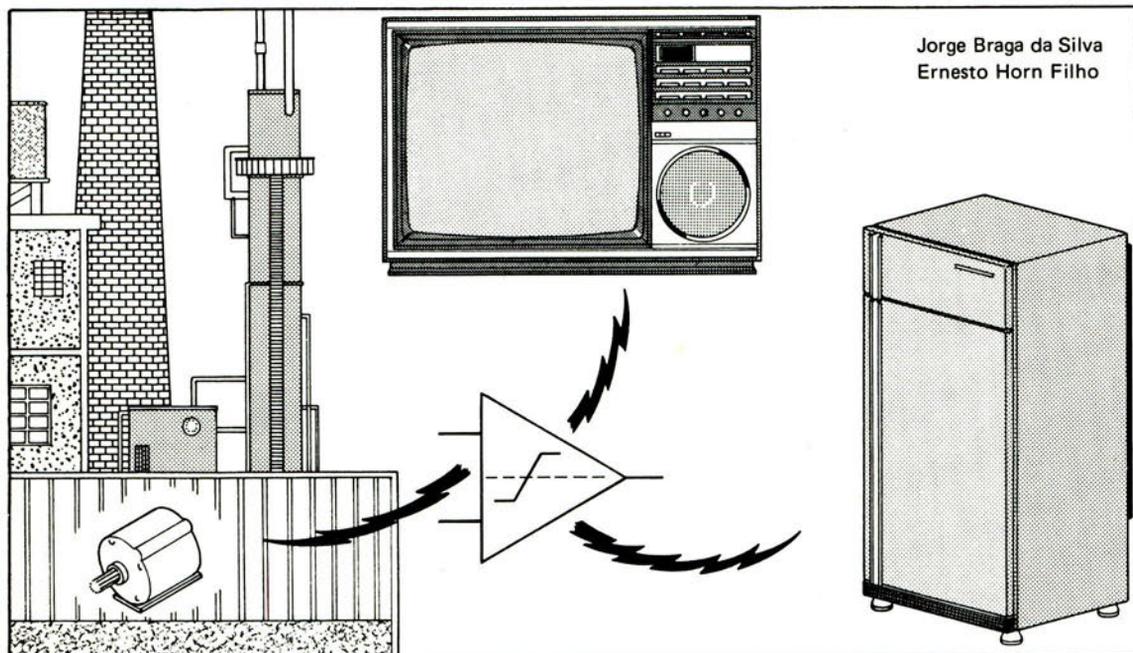
S1, S2, S3 – interruptores simples

C1, C2 – 220 nF – capacitores de poliéster metalizado para 250V ou mais

L1, L2 – lâmpadas comuns para 110V ou 220V até 100W (ver texto)

Diversos: ponte de terminais ou placa de circuito impresso, caixa para montagem, botão para o potenciômetro, fios, solda, tomada (se sua versão for para controle de abajur), etc.

Eletrônica Industrial: Sensível Detetor de Subtensão ou Sobretensão de Rede



INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a grande maioria das chaves magnéticas, tipo "guarda-motor", apresentam um mau comportamento em condições de falta de fase nos sistemas trifásicos, principalmente quando os motores operam com carga leve, surgiu a idéia de se trabalhar com subtensão ao invés de sobrecorrente.

Normalmente, quando um motor trifásico deixa de receber uma das fases, os elementos térmicos da chave guarda-motor, que são ligados em série com a bobina de comando, interrompem o circuito, desligando a chave. Entretanto, se a máquina, à qual o motor está conectado, trabalhar com carga do tipo alternada, ora com carga leve, ora com carga pesada, e no momento da carga leve, faltar uma das fases, os elementos térmicos, que foram regulados para a carga pesada, deixarão de atuar e o motor irá trabalhar com duas fases apenas, queimando-se.

Para corrigir essa deficiência das chaves magnéticas, foi criado o sistema eletrônico que vamos descrever.

O circuito básico é aplicável a sistemas monofásicos, mas através de arranjo conveniente, pode ser usado em sistemas trifásicos.

Para ilustrar, na figura 1 esquematizamos como se comportam as tensões num motor trifásico, quando falta uma das fases.

Nota: — A tensão de 80V, foi obtida experimentalmente, medindo-se a fase fora de serviço. Esses 80V, são gerados pelo motor ainda em movimento.

Outra aplicação desse circuito, é como proteção contra sobretensões.

Por exemplo, se você quiser proteger o seu TV colorido, um minicomputador, um video-cassete, etc., basta usar o sensor com uma simples inversão de contatos do relê de saída, usando os contatos que ficam normalmente fechados com o relê comutado e regular o ajuste para a tensão desejada. Por exemplo, se você quiser que

o seu televisor fique ligado com uma tensão de até 125V, basta regular para este valor. Se a tensão passar de 125V, imediatamente o seu TV será desligado, deixando o técnico de TV um pouco menos rico.

Outro "macete", é na proteção de sua querida geladeira, pois abaixo de 95V, você pode dizer adeus ao seu motor.

Outras aplicações ficam por conta da imaginação do leitor.

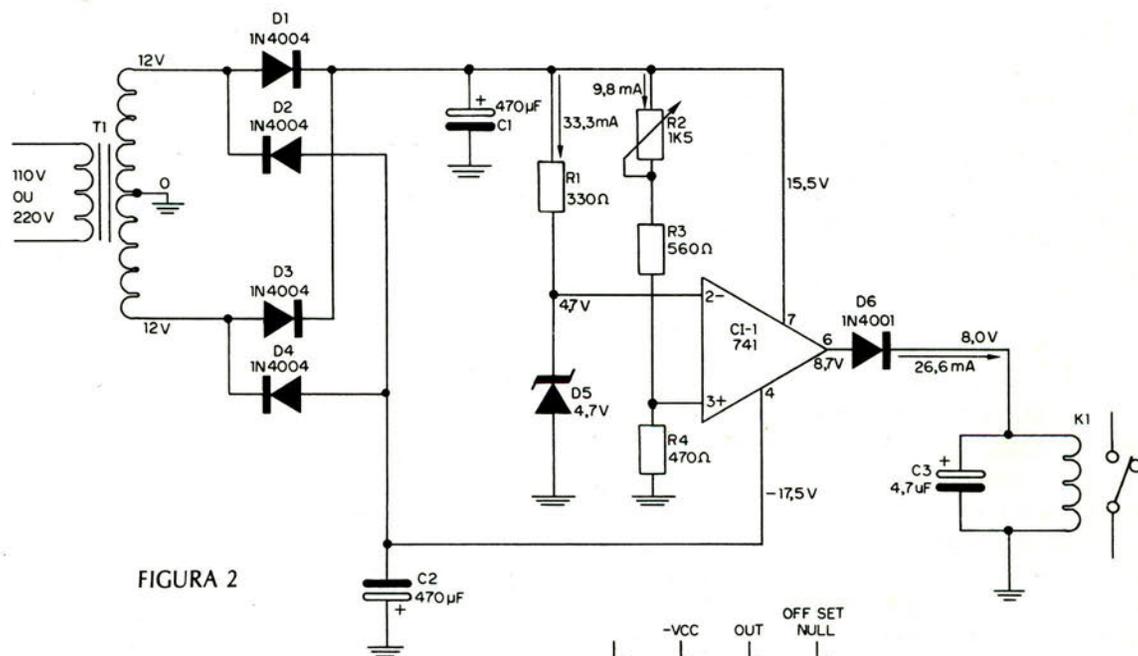
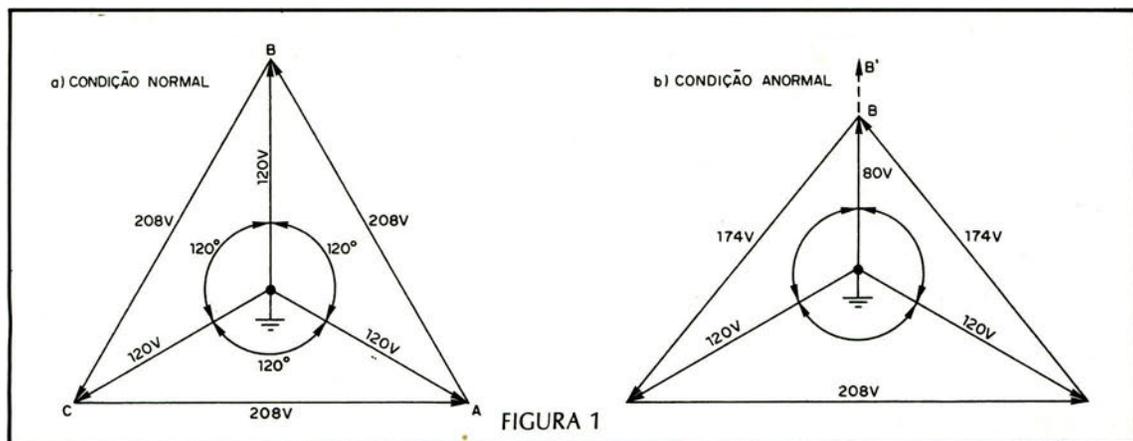
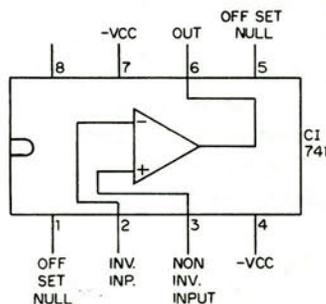


FIGURA 2

VALORES DE TENSÃO C.C. MEDIDAS COM A TENSÃO DE REDE DE 110V CONTRA TERRA

VISTA SUPERIOR



DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito é baseado num comparador de tensão, utilizando um amplificador operacional (figura 2).

A tensão de referência é gerada, com precisão, por um diodo zener e aplicada na entrada inversora do amplificador operacional (pino 2) e a amostragem da tensão na entrada não inversora (pino 3), através

de um divisor de tensão composto pelo trimpot R2 e os resistores R3 e R4. O diodo D6 tem dupla função, ou sejam: proteger o CI contra os transientes gerados no instante de desligamento do relê e impedir que o relê seja acionado por uma tensão negativa, se o pino 2 estiver com tensão maior que o pino 3.

Os diodos D1, D2, D3 e D4 formam uma dupla fonte de alimentação, responsável pela alimentação do CI e pela amortagem da tensão da rede.

C1 e C2 filtram as tensões retificadas pelos diodos.

O transformador T1 reduz a tensão da rede de 110 ou 220V para 12V, em corrente alternada.

O capacitor C3 evita trepidações no acionamento do relê.

DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

Uma referência de tensão é gerada pelo diodo zener e aplicada à entrada inversora do CI. O divisor de tensão faz com que uma tensão proporcional à tensão da rede seja aplicada à entrada não inversora do CI.

Assim, quando a tensão da rede estiver acima de um certo valor, ajustado pelo trimpot, isto é, 4,7V, o amplificador operacional terá, em seu pino 6, uma saída de tensão de valor igual, teoricamente, ao da alimentação, por causa do ganho quase infinito para correntes contínuas do CI energizando o relê.

Se a tensão no pino 3 estiver menor que a de referência (rede baixa), haverá na saída do CI (pino 6) uma tensão negativa, bloqueada pelo diodo D6, desenergizando o relê. O relê é provido de um jogo de contatos de forma que se pode obter as duas condições, normalmente aberto e normalmente fechado, gerando daí as possibilidades de controlar sub e sobretensões.

USO

Na figura 3 damos os modos de ligação para o caso de subtensão e sobretensão. No primeiro caso, o circuito externo é desligado quando a tensão cai abaixo de um valor pré-determinado pelo ajuste do trimpot R2. No segundo caso, o circuito

externo de carga é desligado quando a tensão da rede, ou de referência, sobe para além de um valor também determinado pelo ajuste de R2.

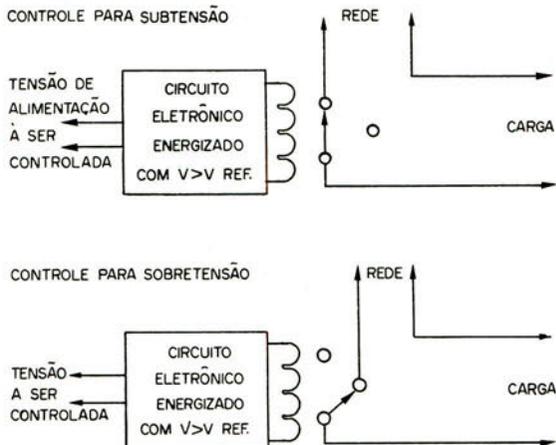


FIGURA 3

Na figura 4 damos o esquema de ligação para proteção de motores trifásicos.

ESQUEMA PARA PROTEÇÃO DE FALTA DE FASE PARA MOTOR TRIFÁSICO

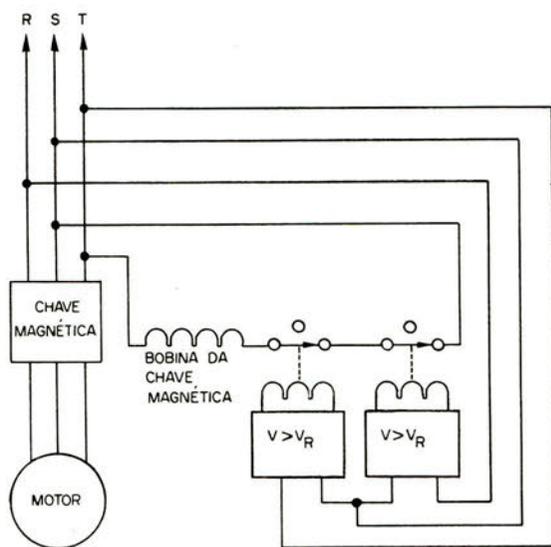


FIGURA 4

CONCLUSÃO

Esperamos que esse circuito seja de utilidade para o leitor, na solução de seus problemas com a concessionária local e com as falhas normais das instalações internas à sua fábrica ou residência.

LISTA DE MATERIAL

CI-1 - 741 - circuito integrado (amplificador operacional)

D1, D2, D3, D4 - 1N4004 ou equivalentes (diodos de silício)

D5 - 4V7 x 400 mW - diodo zener

D6 - 1N4001 - diodo de silício ou equivalente

K1 - RU 101 012 - relê Schrack de 12V com contatos de 6A

T1 - transformador com primário de acordo com a rede e secundário de 12-0-12V, 100 mA ou mais

C1, C2 - 470 μ F x 25V - capacitores eletrolíticos

C3 - 4,7 μ F x 25V - capacitor eletrolítico

R1 - 330R x 1/2W - resistor (laranja, laranja, marrom)

R2 - 1k5 - trimpot

R3 - 560R x 1/8W - resistor (verde, azul, marrom)

R4 - 470R x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, marrom)

Diversos: placa de circuito impresso, cabo de alimentação, fios, solda, conector para o circuito externo controlado, etc.

cursos de eletrônica

O IPDTEL coloca ao seu alcance o fascinante mundo da eletrônica. Estude na melhor escola do Brasil sem sair de casa. Solicite agora, inteiramente grátis, informações dos cursos. Fornecemos carteira de estudante e certificado de conclusão.

Curso de Microprocessadores & Minicomputadores

Curso de Eletrônica Digital

Curso de Práticas Digitais (com laboratório)

Curso de Especialização em TV a Cores

Curso de Especialização em TV Preto & Branco

Curso de Especialização em Eletrodoméstico e Eletricidade Básica

Curso Prático de Circuito Impresso



IPDTEL - Instituto de Pesquisas e Divulgação de Técnicas Eletrônicas S/C Ltda.
Rua Felix Guilhem, 447 - Lapa
Caixa Postal 11916 - CEP 01000 - SP (cap.)

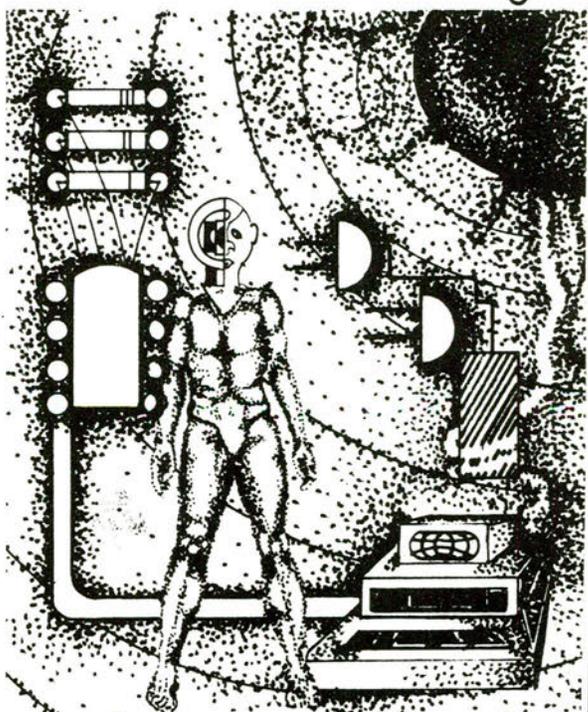
Nome _____

Endereço _____

Cidade _____

Estado _____ CEP _____

Credenciado pelo Cons. Fed. Mão de Obra sob nº192



Escreva-nos ainda hoje

ATENÇÃO! VOCÊ QUE GOSTA DA ELETRÔNICA

SOMOS UMA LOJA NOVA ONDE VOCÊ SERÁ ATENDIDO COMO AMIGO, E TERÁ TODA ORIENTAÇÃO EM CASO DE DÚVIDA OU PROBLEMA.

TEMOS - KITS-FERRAMENTAS - ACESSÓRIOS - PEÇAS MATERIAIS ELETRÔNICO EM GERAL ETC....

Venha tomar um cafézinho conosco, estamos a sua espera.

FEKTEL - CENTRO ELETRÔNICO LTDA.

Rua Guaianazes, 416 - 1º and. - Centro - S. Paulo - S.P. CEP 1204
Tel. 221-1728 - ABERTO ATÉ 18:00 Hs. INCLUSIVE SÁBADO.

VENDA PELO REEMBOLSO POSTAL P/TODO O BRASIL

Preencha e envie-nos o cupom abaixo:

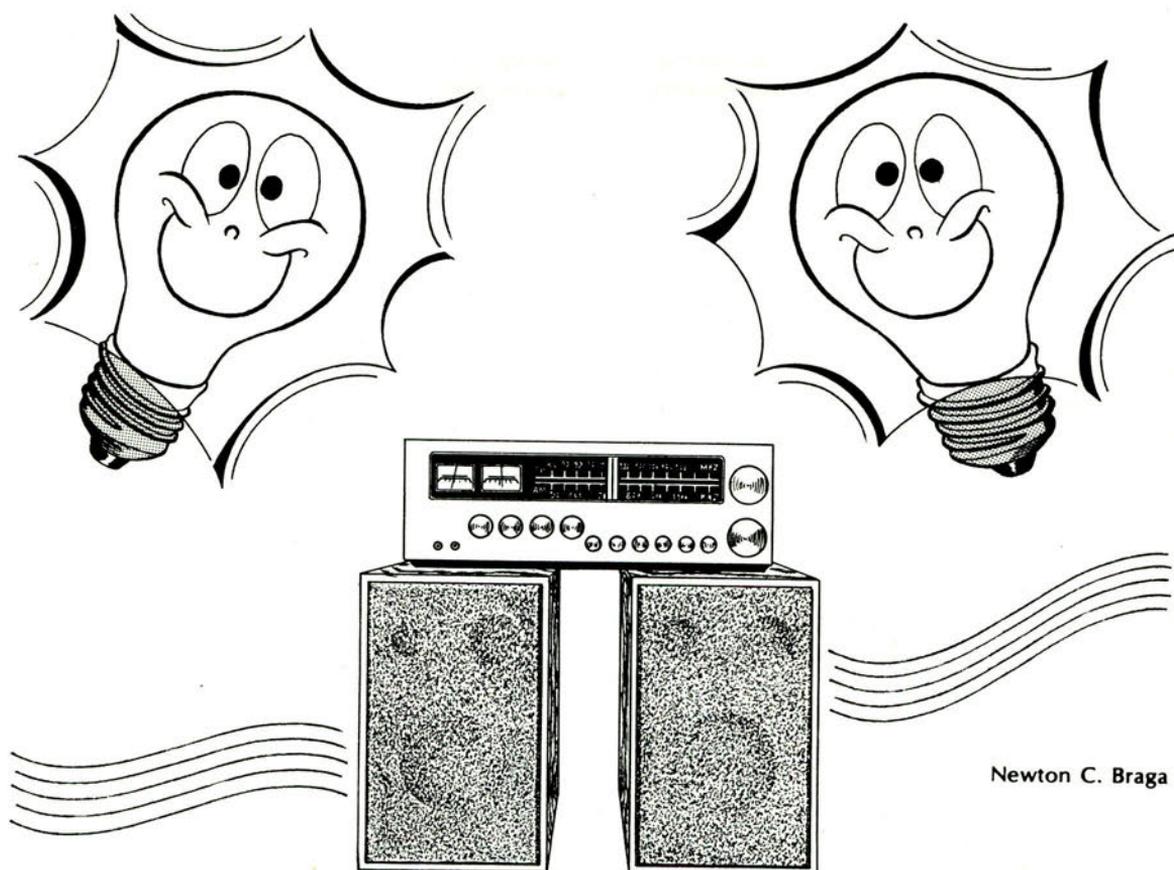
Desejo receber grátis, a sua lista de materiais.

NOME.....

ENDEREÇO.....

CEP..... BAIRRO.....

CIDADE..... ESTADO.....



Newton C. Braga

DUO RÍTMICA

Um espetacular efeito duplo de luz para seu sistema de som. Duas lâmpadas que alteram sua luminosidade simultaneamente ou alternadamente com o som de seu sistema. Ao contrário das rítmicas comuns, as lâmpadas não apagam totalmente nos instantes de silêncio, mas brilham com luz reduzida, não deixando você no escuro para trocar os discos ou fitas. Ideal para sua sala de som, para animar festas e bailes ou, ainda, como decoração diferente de vitrines e stands de exposições.

Deseja animar suas festas ou mesmo sua sala de som com um efeito especial de luz? Deseja um sistema diferente de luzes rítmicas que não apagam totalmente nos momentos de silêncio, não deixando você no escuro na hora de fazer a troca do disco ou da fita?

Se a resposta para as duas perguntas é sim, por que não partir para este simples e interessante projeto de um sistema "duo-rítmico" de luzes para ser ligado à saída de qualquer aparelho de som, até mesmo seu radinho de pilhas?

O sistema de luzes rítmicas que descrevemos apresenta características interessantes, não comuns aos que normalmente são vistos nas publicações especializadas ou montados em lojas.

O nosso sistema opera com ciclos alternados da alimentação em duas lâmpadas, simultaneamente, de modo a fazer não a sua ligação em cada pulso de som, mas sim sua comutação série/paralelo em cada comutação.

O que temos como resultado desta comutação é então uma variação de luminosidade da lâmpada nos aumentos de volume do som, com piscadas que acompanham a música. Na ausência de som, entretanto, as luzes não apagam, mas simplesmente reduzem seu brilho à metade, possibilitando assim que se faça a troca dos discos ou fitas.

Utilizando dois SCRs de 4A o sistema pode controlar até 880W de lâmpadas na rede de 110V ou o dobro da rede de 220V

e precisa de uma potência mínima para ser excitado.

De fato, como apenas alguns miliwatts são necessários ao disparo dos SCRs até mesmo um radinho de pilhas pode operar o sistema com facilidade.

A ligação dos aparelhos de som ao sistema é ultra simples, já que a saída é feita diretamente dos alto-falantes.

Em suma, pelo seu baixo custo, reduzido número de componentes e simplicidade de montagem e instalação, este sistema pode ser montado até mesmo pelos leitores que nenhuma experiência tenham no assunto.

COMO FUNCIONA

A maioria dos sistemas de luzes rítmicas utiliza como elementos básicos de seus circuitos os SCRs (diodos controlados de silício) ou Triacs que são comutadores de estado sólido de grande sensibilidade e grande capacidade de controle de corrente. Estes componentes, a partir de uma pequena parte da potência de um sistema de som, podem disparar controlando grande quantidade de lâmpadas.

Os modos como os SCRs ou Triacs são ligados aos sistemas podem dar origem a diversos tipos de efeitos rítmicos. Podemos ter os sistemas simples em que se faz o disparo direto de um SCR com o controle de apenas uma certa quantidade de lâmpadas, conforme mostra a figura 1. Podemos ter o sistema multi-canal em que se faz a separação dos sinais de disparo conforme a sua frequência de modo que cada SCR e portanto cada conjunto de lâmpadas pisque apenas com determinado tipo de som. Um piscarão com os graves, outras com os médios e finalmente as terceiras com os agudos, conforme mostra a figura 2.

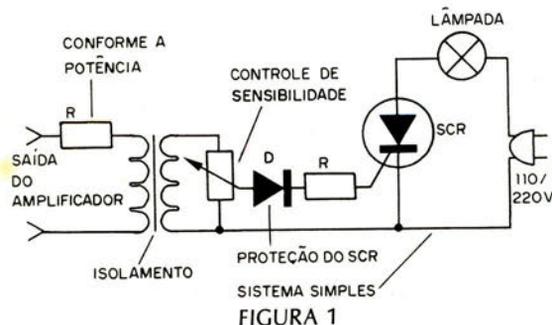


FIGURA 1

Todos os sistemas têm suas vantagens e desvantagens. Os que usam SCRs por

exemplo, controlam normalmente apenas metade dos semiciclos com um brilho reduzido das lâmpadas; os que usam Triacs precisam de maior potência de excitação, etc.

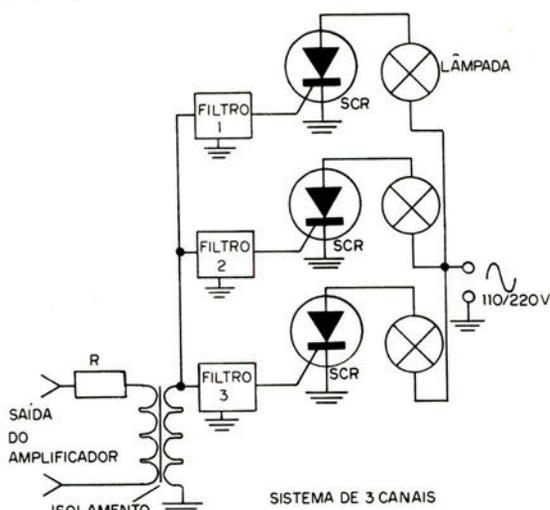


FIGURA 2

O nosso sistema procura reunir o que há de melhor em todos os tipos obtendo-se uma configuração diferente que sem dúvida atenderá aos desejos dos leitores.

Temos então o circuito básico mostrado na figura 3 em que dois SCRs são ligados em oposição, tendo cada qual um conjunto de lâmpadas em paralelo.

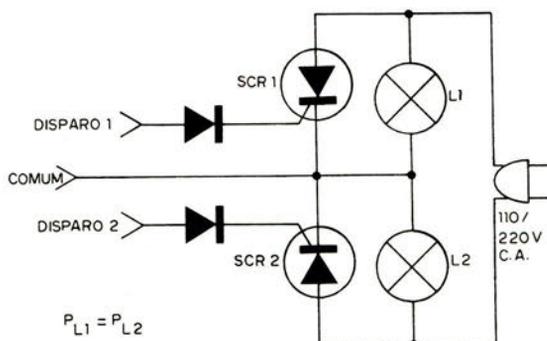


FIGURA 3

Para que o circuito funcione convenientemente é preciso que os dois conjuntos de lâmpadas tenham a mesma potência. Esta potência, evidentemente deve poder ser controlada pelos SCRs.

Na condição dos dois SCRs estarem desligados, ou seja, sem sinal de disparo, a corrente de alimentação só pode circular pelas lâmpadas que estão em série. Como os dois conjuntos de lâmpadas representam a mesma carga, a tensão da rede se

divide e as lâmpadas acendem com aproximadamente metade de sua potência máxima (figura 4).

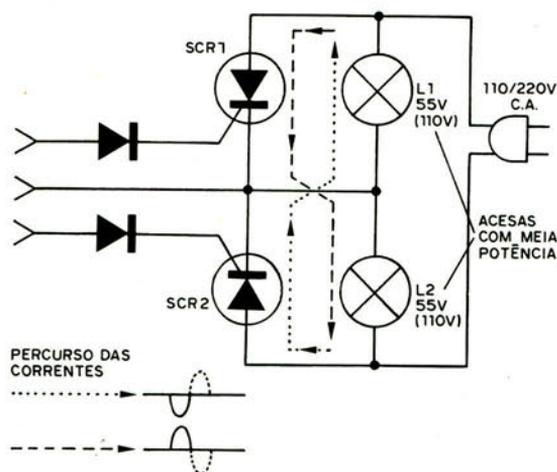


FIGURA 4

Se apenas um dos SCRs receber um sinal de disparo, ele "ligará" conduzindo a

corrente intensamente, mas apenas num sentido, pois como se sabe, os SCRs se comportam como diodos.

O resultado é que teremos o estabelecimento de um curto-circuito para apenas metade dos semiciclos da alimentação no conjunto 1 de lâmpadas, que está em paralelo com o SCR disparado. Isso significa que este conjunto 1 de lâmpadas passa a receber apenas aproximadamente metade dos semiciclos conduzidos pelas outras lâmpadas (conjunto 2), o que significa um brilho máximo da ordem de 25%. O outro conjunto (2), por outro lado, passa a receber metade dos semiciclos conduzidos totalmente pelo SCR disparado, mais a metade dos semiciclos não conduzidos pelo SCR e que passam pela lâmpada que representam 25% da potência máxima. O resultado é um brilho máximo para o conjunto 2 de lâmpadas da ordem de 75%, conforme mostra a figura 5.

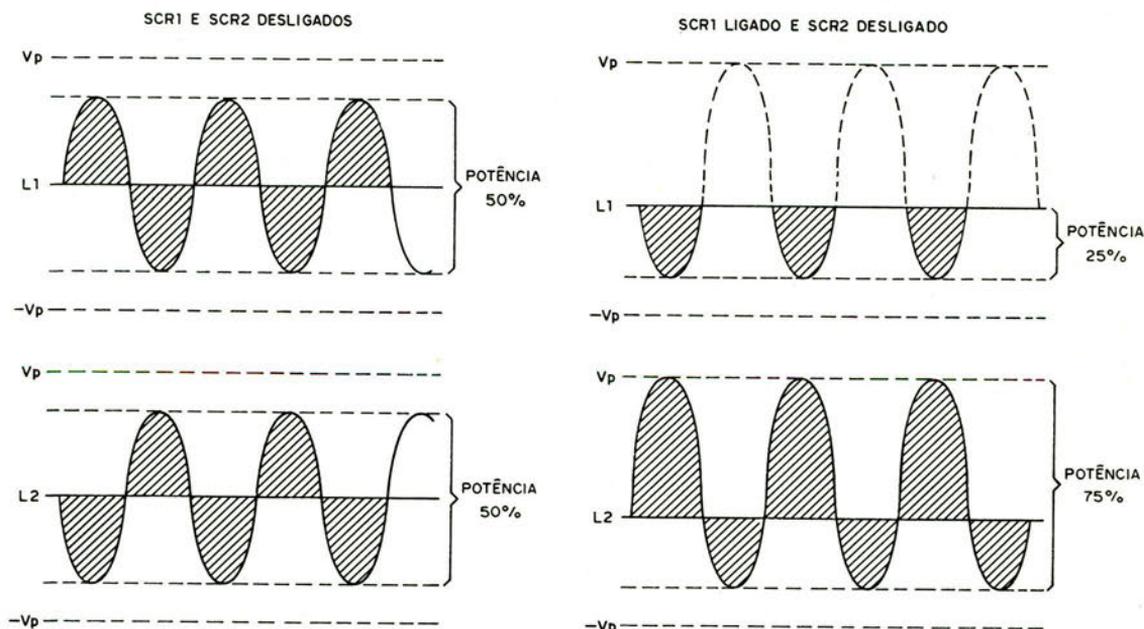


FIGURA 5

Se os dois SCRs forem disparados ao mesmo tempo, como eles se encontram em oposição, cada um só pode conduzir os semiciclos correspondentes da alimentação.

Assim, conforme mostra a figura 6, quando o SCR1 conduz, o conjunto 1 de lâmpadas é colocado em curto e o conjunto 2 recebe aproximadamente 50% de sua potência máxima. Quando o SCR2 conduz,

o conjunto 2 é colocado em curto, e o conjunto 1 recebe aproximadamente 50% de sua potência máxima.

Veja então que neste sistema, as lâmpadas podem ter seu brilho oscilando entre 25% e 75% do máximo.

O disparo do circuito é feito com a ajuda de um transformador conforme mostra o circuito da figura 7. Neste circuito nos pulsos positivos do sinal de áudio temos a

indução de sinal que dispara o SCR1, enquanto que nos pulsos negativos temos a indução de sinal que dispara o SCR2.

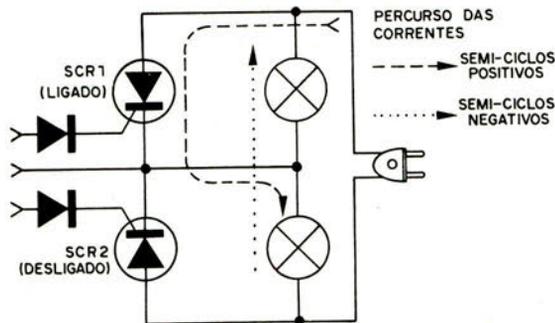


FIGURA 6

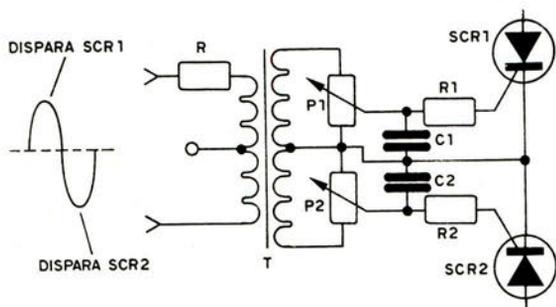


FIGURA 7

Os potenciômetros servem para controlar a sensibilidade de cada SCR enquanto que os dois capacitores ligados em paralelo com os potenciômetros e o transformador permitem obter um comportamento seletivo para o sistema. Assim, podemos ter capacitores de valores diferentes de modo que um dos SCRs tenha um disparo em frequência diferente do outro. Isso significa que, durante a execução de uma música, uma lâmpada passe a responder mais aos médios ou graves enquanto que a outra responderá mais aos agudos.

O sistema, conforme mostra a figura 8, pode ser disparado pela saída de um canal de um amplificador com um resistor em série que depende da potência ou pelos sinais dos dois canais conforme mostra a figura, caso em que teremos um comportamento interessante: o primeiro SCR responderá aos picos positivos do sinal de um canal e negativos do outro, enquanto que o segundo SCR terá um comportamento inverso.

Com os SCRs usados, podemos ter o controle de até 880W de lâmpadas em 220V ou 440W em 110V para cada conjunto.

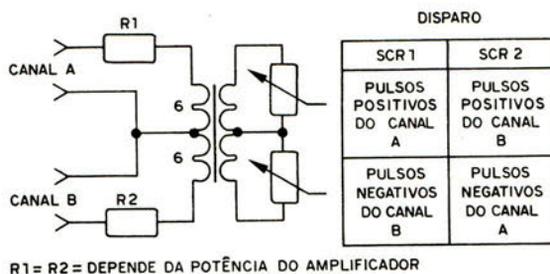


FIGURA 8

MATERIAL

Todo o material usado na montagem é comum, podendo ser encontrado com facilidade nas casas especializadas ou mesmo aproveitado de velhos aparelhos.

Começamos com a caixa. Esta deve possuir furação para os dois potenciômetros, para a chave S1, para a saída das lâmpadas (tomadas comuns), para o cabo de alimentação e finalmente para os fios de conexão à saída do amplificador.

Os componentes eletrônicos são os seguintes:

Os SCRs devem ser do tipo MCR106, C106 ou IR106, conforme a tensão de sua rede, ou seja, para 200V se sua rede for de 110V ou para 400V se sua rede for de 220V. Não use equivalentes! Se a potência de cada conjunto de lâmpadas for superior a 60W você deve usar um irradiador de calor em cada SCR, que nada mais é do que uma chapinha de metal dobrada em "U" conforme mostra a figura 9.

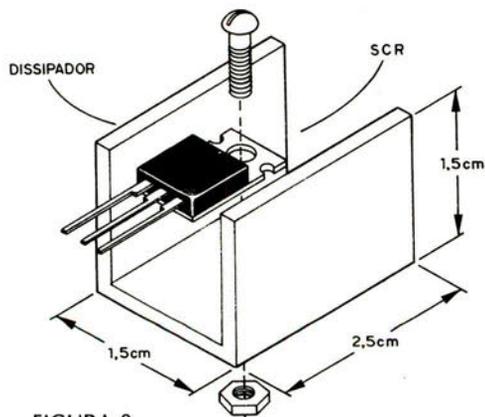


FIGURA 9

Os diodos são do tipo 1N4002 ou qualquer equivalente retificador de silício, inclusive os de menores correntes como os seguintes: 1N4004, BY127, 1N4148, 1N914, etc.

Para o transformador foi usado um cujo primário apresentava duas tensões 110 e 220V, com ligação do tipo derivação, ou seja, um enrolamento primário de 3 fios (vermelho, marrom e preto). O secundário foi do tipo 6+6V com corrente de 100 mA. O leitor pode usar também transformadores cujos secundários sejam de 9+9 ou mesmo 12+12 com qualquer corrente entre 100 e 500 mA.

Os resistores de 10k são de 1/8W enquanto que os resistores de entrada têm valores e potências que dependem do seu amplificador.

A tabela de potências e resistências para este caso é a seguinte:

potência do amplificador	resistor ou resistores
até 5W	22 ohms x 1W
5 à 10W	47 ohms x 1W
10 à 25W	68 ohms x 1W
25 à 50W	100 ohms x 2W
50 à 100W	220 ohms x 2W

Os valores são para a potência de cada canal.

Os potenciômetros são de 10k ou 22k simples, lineares ou log, podendo um deles ter o interruptor geral incorporado.

Para os capacitores temos as seguintes

possibilidades conforme a faixa de sons que deve excitar o circuito:

- 2,2 nF à 10 nF – agudos
- 12 nF à 47 nF – médios
- 56 nF à 220 nF – graves

Devem ser usados capacitores cerâmicos ou de poliéster metalizado com tensões de trabalho de pelo menos 50V nesta função.

Os demais componentes são: a ponte de terminais ou placa de circuito impresso para a montagem; as tomadas de ligação das lâmpadas e seus soquetes; as próprias lâmpadas que podem ser do tipo colorido de 25 ou 40W, associadas de diversas maneiras; fios, solda, etc.

MONTAGEM

O circuito completo do sistema é mostrado na figura 10. Os valores dos componentes neste circuito são válidos tanto para o caso da rede de 110V como da rede de 220V.

A versão montada em ponte de terminais, recomendada aos que possuem menos recursos e experiência, é mostrada na figura 11. Nesta versão deve-se tomar cuidado para que os terminais dos componentes não encostem uns nos outros.

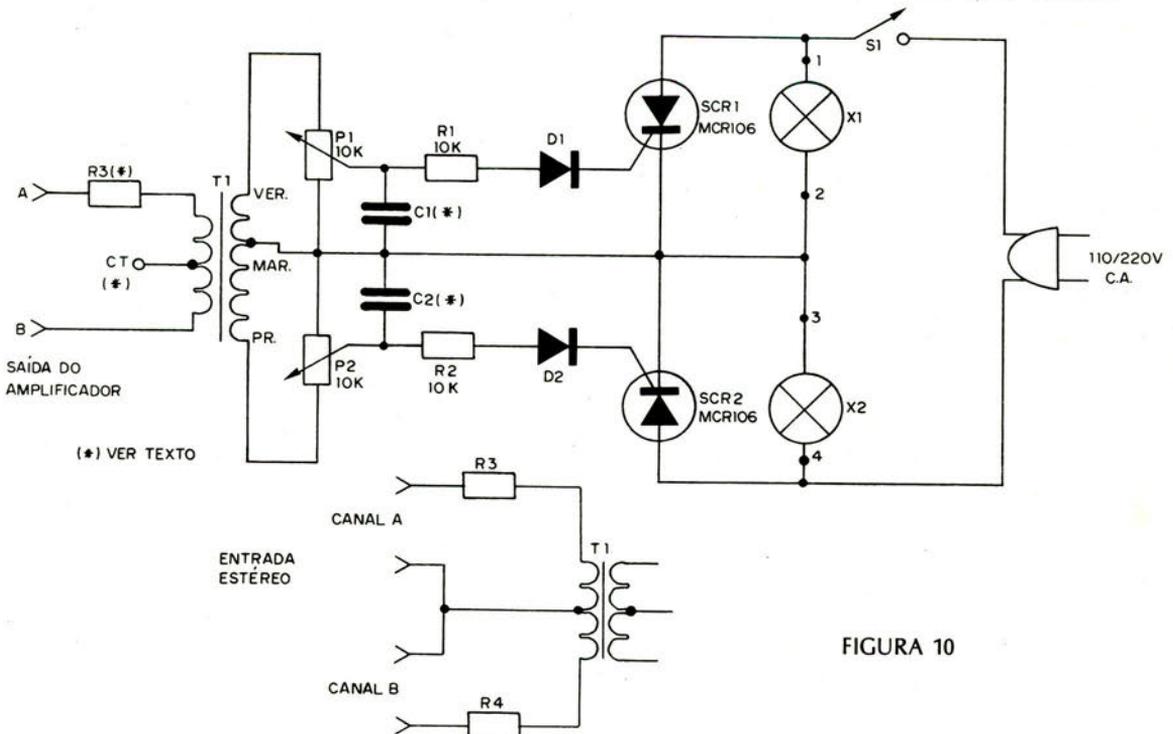


FIGURA 10

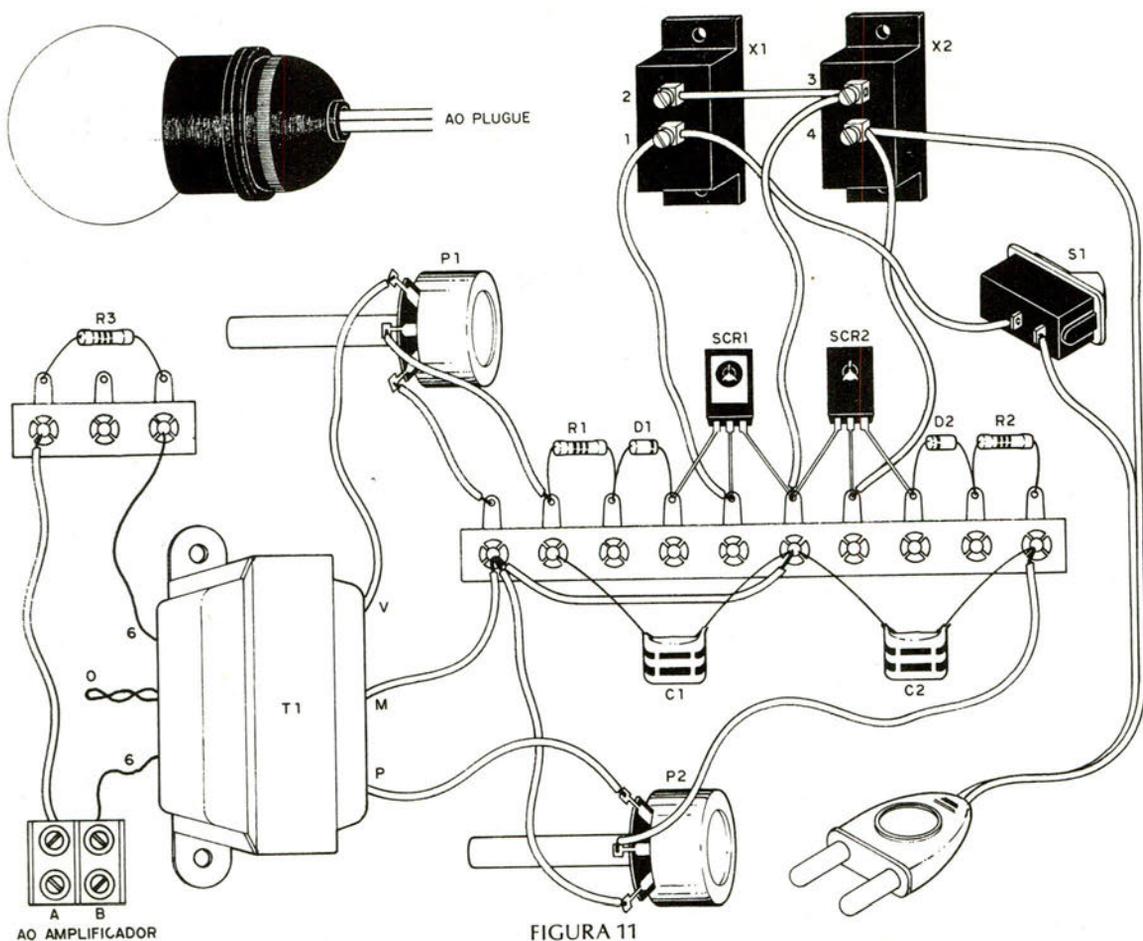


FIGURA 11

Para os que possuem mais experiência em montagens e também mais recursos em sua bancada recomendamos a versão de placa de circuito impresso que é mostrada na figura 12.

Alguns cuidados devem ser tomados no trato dos componentes. Sugerimos então que a seguinte sequência seja seguida na montagem.

a) Prepare em primeiro lugar a caixa verificando se todos os componentes encaixam nos seus locais com folga.

b) Aqueça bem o soldador estanhando sua ponta. Para estagnar basta molhá-la com um pouco de solda. Se sua montagem for em ponte prepare a ponte cortando-a no tamanho exigido para o circuito. Se sua montagem for em placa de circuito impresso, prepare-a para receber os componentes.

c) Solde em primeiro lugar os SCRs observando bem sua posição, pois se houver inversão o aparelho não só pode deixar de funcionar como estes componentes podem queimar. A soldagem dos terminais

dos SCRs deve ser feita rapidamente para que o calor não os afete.

d) Solde os dois diodos observando também sua posição. Dobre e corte seus terminais de acordo com a sua posição. Veja que a posição destes componentes é dada em função do anel marcado.

e) Solde os resistores, observando seus valores que são dados pelos anéis coloridos. Dobre e corte os terminais de acordo com sua posição.

f) Para soldar os capacitores você não precisa observar sua polaridade, mas deve ser rápido, pois estes componentes são bastante sensíveis ao calor. No caso dos capacitores de poliéster metalizado, os valores são dados pelas faixas coloridas.

g) Na montagem em ponte, o transformador fica fora, devendo ser fixado na caixa com a ajuda de parafusos. Ao soldar os terminais deste componente tenha cuidado com sua identificação segundo as cores dadas no desenho.

h) Faça a ligação do potenciômetro, do cabo de alimentação e dos terminais de

entrada de som. Faça também a ligação em que for necessário use fio flexível de das tomadas para as lâmpadas. Nos casos capa plástica não muito longos.

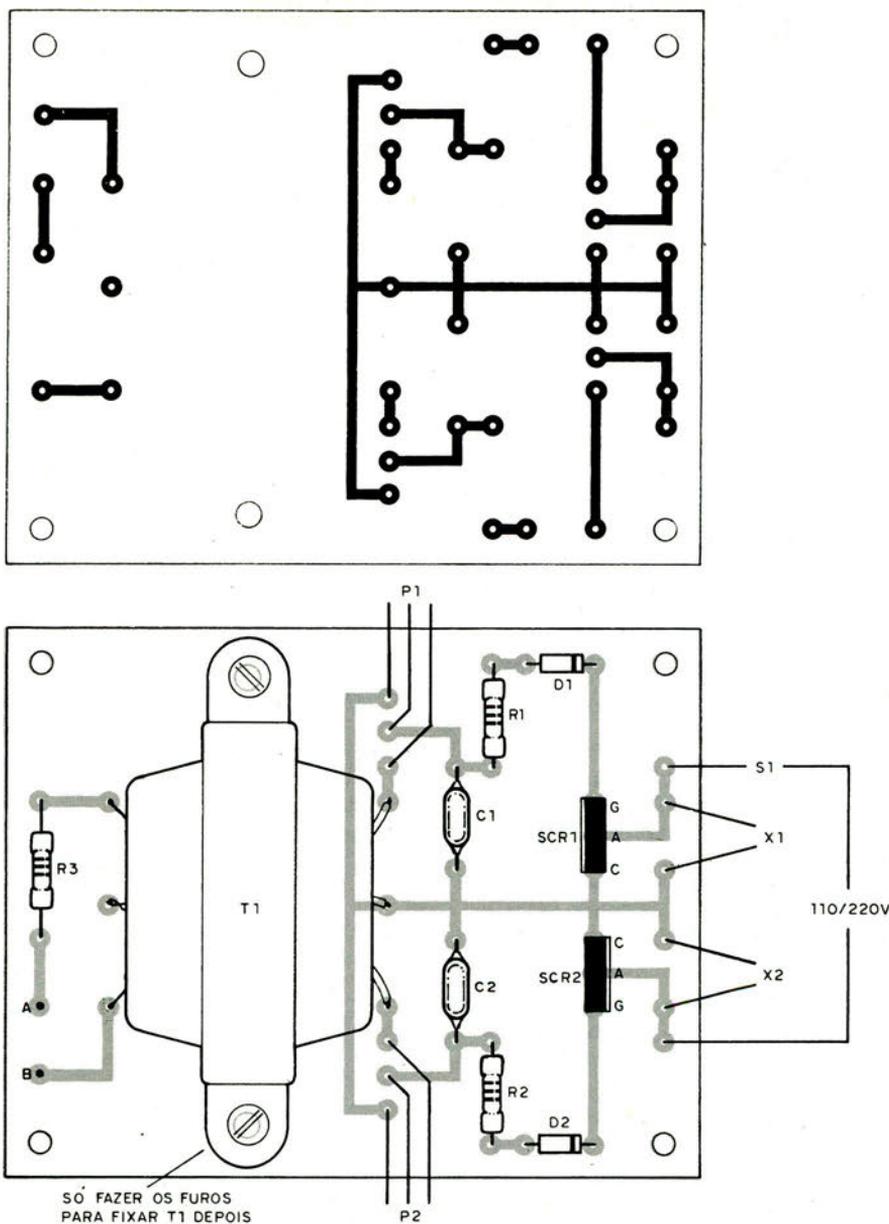


FIGURA 12

Terminadas as conexões e conferidas as ligações, fixe tudo na caixa observando para que não haja contactos entre os terminais dos componentes. Se vai alimentar lâmpadas de mais de 60W fixe os dissipadores de calor nos SCRs usando parafusos com porcas para isso.

PROVA E USO

Ligue em cada saída do aparelho uma lâmpada de 40W ou de 25W. É importan-

te que as duas lâmpadas sejam iguais, ou seja, ou as duas de 40 ou as duas de 25W.

A seguir, faça a conexão do cabo de entrada do aparelho na saída do alto-falante ou caixas acústicas de seu aparelho de som, conforme mostra a figura 13.

Conecte a tomada de alimentação do aparelho e acione o interruptor geral.

Ligando então o aparelho de som a médio volume, vá girando os potenciômetros até obter as piscadas das lâmpadas. O ajuste dos potenciômetros deve ser feito

para que as piscadas ocorram com a mesma intensidade nas duas lâmpadas.

Para um funcionamento "estéreo" a

ligação pode ser feita conforme mostra a figura 14, caso em que dois resistores redutores devem ser usados.

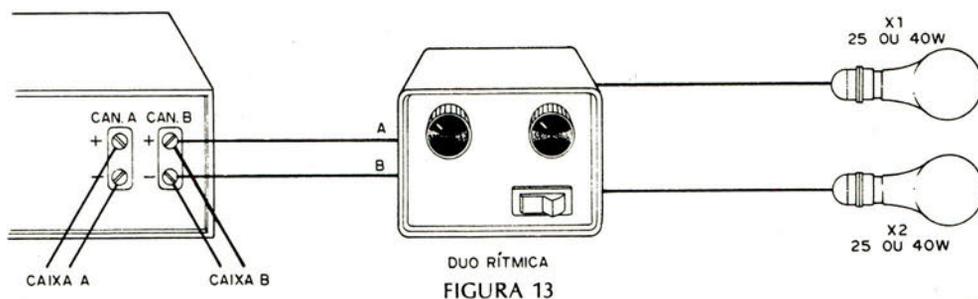


FIGURA 13

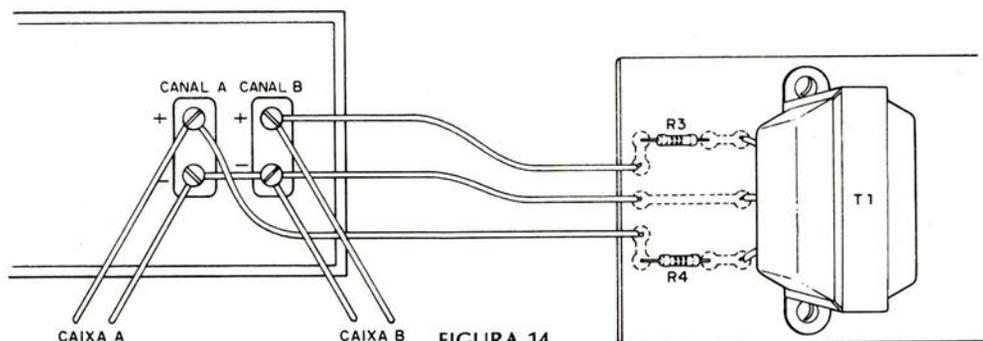
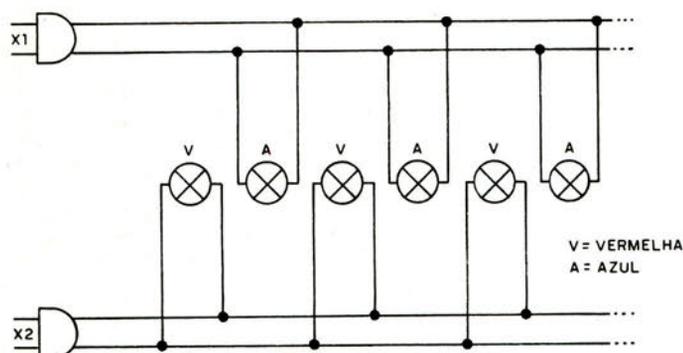


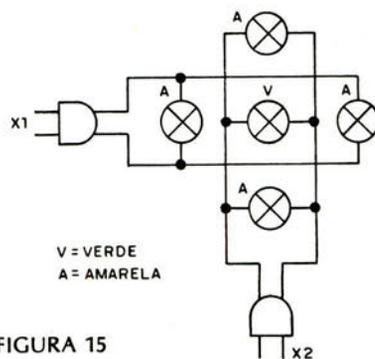
FIGURA 14

Se uma das lâmpadas permanecer apagada ou acender "direto" sem o controle pelo som, devem ser verificados os SCRs. Para verificar os SCRs desligue os dois

diodos. As lâmpadas devem acender com metade do brilho. Se houver desequilíbrio é sinal que um dos SCRs se encontra com problemas.



V = VERMELHA
A = AZUL



V = VERDE
A = AMARELA

FIGURA 15

Na figura 15 mostramos alguns tipos de ligações que podem ser feitas para conjuntos de lâmpadas, sempre levando em con-

ta que devemos ter a mesma potência total em cada saída.

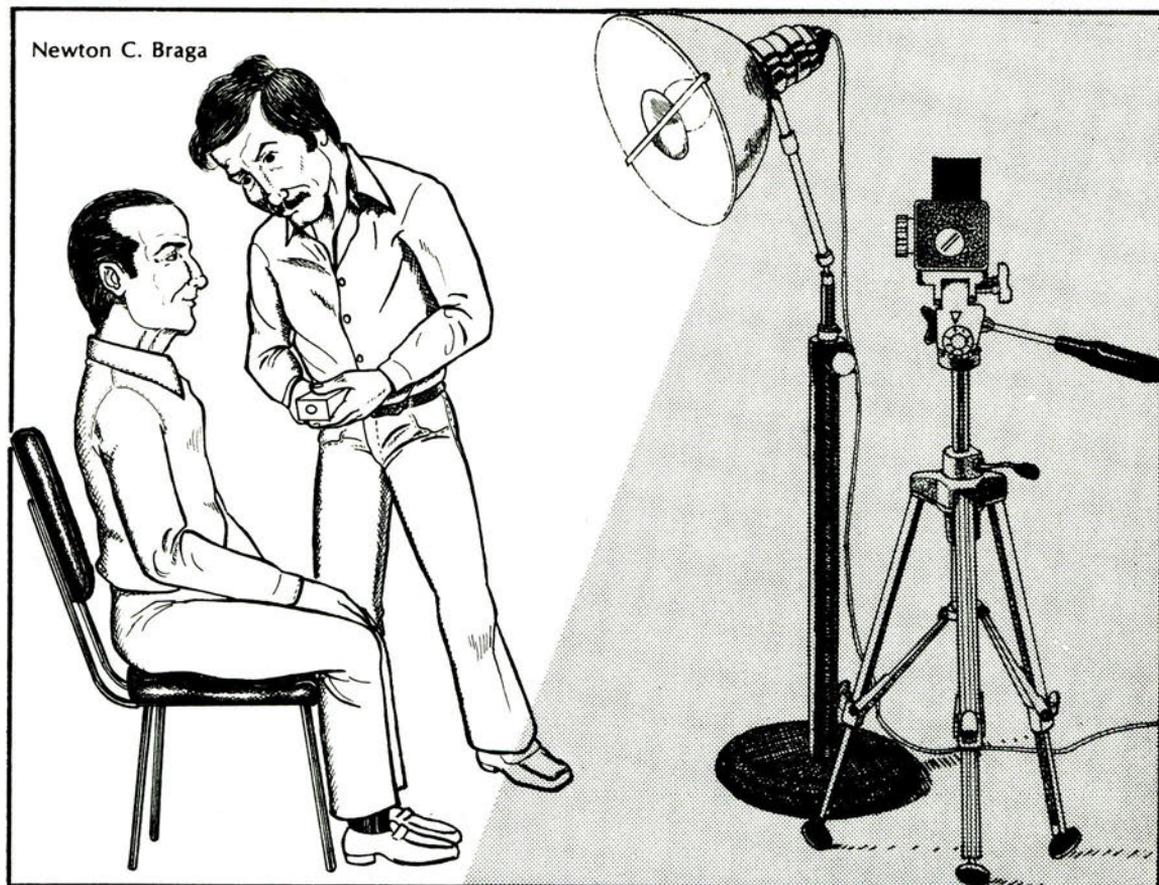
LISTA DE MATERIAL

SCR1, SCR2, - MCR106, IR106 ou C106 - diodos controlados de silício
D1, D2, - 1N4002 ou equivalentes - diodos de silício
R1, R2 - 10k x 1/8W - resistores (marrom, preto, laranja)
R3, R4 - resistores de 1 ou 2W (conforme a potência do amplificador) - ver texto
C1, C2 - capacitores de poliéster (ver texto)

P1, P2 - 10 k - potenciômetros
T1 - transformador com primário de 110 e 220V e secundário de 6+6V e 100 mA ou mais
X1, X2 - lâmpadas de 110 ou 220V, coloridas
S1 - interruptor simples
Diversos: ponte de terminais ou placa de circuito impresso, caixa de montagem, cabo de alimentação, fios, solda, knobs para os potenciômetros, etc.

FOTÔMETRO ULTRA SIMPLES

Newton C. Braga



Um aparelho com apenas dois componentes, que serve para medir a intensidade de luz, com uma grande gama de aplicações práticas, eis o que você terá neste artigo! Você pode usá-lo para verificar se há luz suficiente para bater uma foto, para verificar a transparência de um vidro, a refletância de um painel ou, então, a iluminação de um ambiente.

Logo que se fala em um instrumento de medida, como um fotômetro, imagina-se um equipamento complexo com muitos componentes e de alto custo, porque sempre se pensa nos tipos comerciais, geralmente importados e caros.

O que a maioria dos nossos leitores talvez não saiba é que é possível fazer um sensível fotômetro com boa precisão que utilize apenas dois (dissémos dois) componentes, sendo um deles de baixo custo e o outro que pode até mesmo ser aproveitado de sua sucata, pois é nada mais, nada menos, do que um transistor queimado.

É claro que, enquanto não explicamos exatamente como pode um aparelho que usa um transistor queimado e um outro componente de baixo custo funcionar na

medida de intensidade de luz, os leitores podem pensar que se trata de alguma brincadeira de nossa parte.

O projeto que descrevemos é sério, e realmente funciona, como o leitor poderá verificar se experimentar montá-lo (o que não lhe tomará mais do que alguns minutos).

Pois bem, deixemos de rodeios e, vejamos como pode um fotômetro funcionar com apenas dois componentes e o que é que se pode fazer com um aparelho deste tipo!

O QUE É UM FOTÔMETRO

Se bem que os nossos olhos sejam um instrumento extremamente sensível para a localização de fontes de luz, a interpreta-

ção das informações que são enviadas ao nosso cérebro são passíveis de uma interpretação que nem sempre corresponde à realidade. Veja como é difícil fazer "de vista" uma comparação de tonalidade de duas tintas.

Como então saber se um ambiente recebe mais luz do que outro; se em um local existe luz suficiente para se bater uma foto com determinada regulagem da máquina, ou saber se um vidro é mais transparente que outro?

Para tudo isso existe um instrumento denominado fotômetro que basicamente consiste em uma foto-célula ligada a um circuito eletrônico dotado de um instrumento indicador, ajustado de modo apropriado, conforme mostra a figura 1.



FIGURA 1

Neste, a intensidade da corrente produzida pela foto-célula depende da quantidade de luz incidente e também de sua composição, ou seja, da sua cor.

Um ponto importante que deve ser levado em conta ao se usar um fotômetro é em relação à maneira segundo a qual a luz pode ser medida. Assim, conforme a aplicação dada, será conveniente levar-se sempre em conta as unidades ópticas e seus significados. Para facilitar ao máximo o leitor interessado neste dispositivo e que deseja fazer a escala do instrumento de acordo com a aplicação a ser dada, defi-

nimos as principais unidades ópticas no SI (Sistema Internacional):

a) CANDELA (cd) - É a intensidade luminosa, numa direção determinada de uma abertura perpendicular a esta direção que tem uma área de $1/60$ do centímetro quadrado e irradia como radiador integral (corpo negro) à temperatura de solidificação da platina.

b) LÚMEN (lm) - Unidade de fluxo luminoso definida como o fluxo luminoso emitido num estereó-radiano por uma fonte puntual uniforme, colocada no vértice de um ângulo sólido e tendo uma intensidade luminosa de 1 candela.

c) LUX (lx) - É a unidade de aclaramento sendo definida como o aclaramento que uma superfície que recebe normalmente, de uma maneira uniformemente distribuída, um fluxo luminoso de 1 lúmen por metro quadrado.

d) CANDELA POR METRO QUADRADO (cd/m^2) - É a unidade de luminância definida como a luminância de uma fonte de 1 metro quadrado de superfície emissiva, cuja intensidade luminosa é 1 candela.

O NOSSO FOTÔMETRO

O princípio de funcionamento de nosso fotômetro pode ser explicado com extrema facilidade, pois o circuito usado é muito simples.

As junções do tipo PN possuem propriedade que dependem fundamentalmente da quantidade de luz que nelas incidem. É por este motivo que diodos semicondutores e transistores que tenham suas junções expostas à luz sofrem variações de características elétricas. Todos os diodos e todos os transistores podem ser usados como foto-diodos ou foto-transistores desde que suas junções sejam expostas à luz. Os foto-diodos e foto-transistores diferem dos diodos e transistores comuns apenas pelo fato de possuírem invólucros transparentes que permitem que a luz chegue às suas junções (figura 2).

Pois bem quando a junção de um transistor é iluminada, são liberados portadores de carga que fazem aparecer uma pequena corrente elétrica, cuja intensidade é portanto proporcional à quantidade de luz recebida.

Assim, o que fazemos no nosso fotômetro é simplesmente ligar entre as junções

emissor-base ou base-coletor um instrumento sensível que acuse a corrente gerada. Este instrumento pode ser um VU meter comum de $200 \mu\text{A}$ que apresenta sensibilidade para uma deflexão total quando iluminada a junção do transistor escolhido diretamente pela luz do sol.

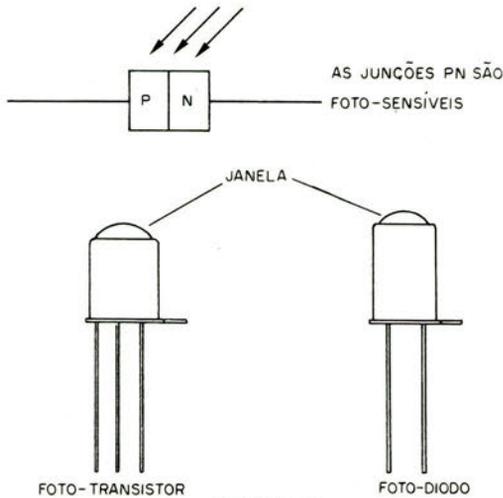


FIGURA 2

Com relação ao transistor, se bem que qualquer um sirva, escolhemos o 2N3055 com o seu invólucro retirado de modo a expor as junções do material semiconductor.

Como podemos usar a junção emissor-base ou base-coletor, não é preciso que o transistor esteja bom. Se ele estiver aberto, mas ainda assim com uma das junções em bom estado, poderemos usá-lo neste fotômetro.

Na verdade, outros transistores podem ser experimentados com variações na sensibilidade obtida.

MONTAGEM

Uma das principais vantagens deste aparelho está no fato de não ser exigida fonte de alimentação, pois a corrente é obtida do próprio transistor que funciona portanto como uma foto-célula.

Assim, a única preocupação com a montagem está na escolha da caixa e da maneira como o transistor deve ser alojado na mesma para receber a luz que deve ser avaliada.

Na figura 3 temos então o circuito completo do fotômetro observando-se as polaridades do instrumento e do transistor, e na figura 4 uma sugestão de montagem para receber a luz diretamente.

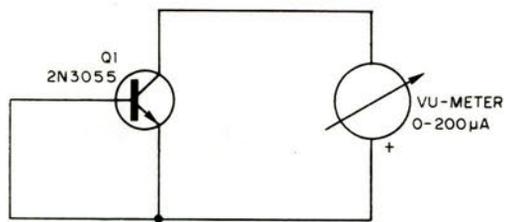


FIGURA 3

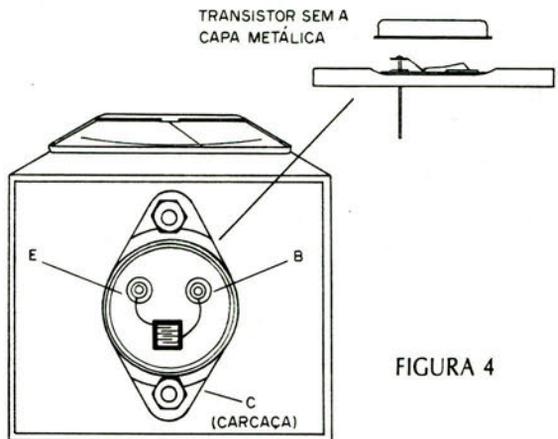


FIGURA 4

Na figura 5 damos uma sugestão para concentração maior da luz sobre o foto-sensor (transistor) no caso de se desejar aumentar sua sensibilidade, o que será necessário para medida de intensidades pequenas de luz.

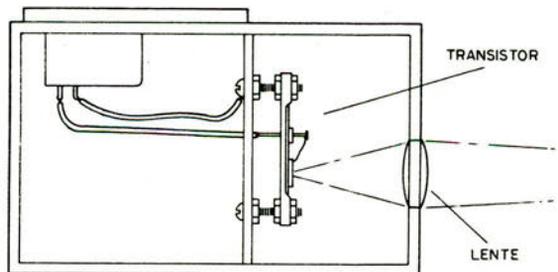


FIGURA 5

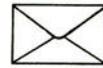
Podemos dizer que para a luz direta do sol temos uma deflexão total sem lente; através de um vidro de janela comum a deflexão cai para $4/5$ da escala (absorção de $1/5$ portanto) e sob luz difusa do sol a deflexão é de $1/5$ da escala.

Com uma lente, pode-se ter um aumento da deflexão para as intensidades menores e a possibilidade de se avaliar a luz de determinada direção.

Na montagem o leitor deve ter o máximo cuidado para que, ao expor o material semiconductor com a retirada do invólucro, não haja qualquer dano no interior do componente.



SEÇÃO DO LEITOR



Nesta seção publicamos projetos enviados por nossos leitores, sugestões e respondemos à perguntas que julgamos de interesse geral, assim como esclarecimentos sobre dúvidas que surjam em nossos projetos. A escolha dos projetos a serem publicados, assim como das cartas que são respondidas nesta seção fica a critério de nosso departamento técnico estando a revista desobrigada de fazer a publicação de qualquer carta ou projeto que julgue não atender a finalidade da mesma.

Baseados em projetos antigos, em projetos publicados nesta mesma revista e alguns totalmente inéditos, os leitores continuam enviando suas sugestões para esta seção. Nosso espaço é limitado, o que significa que não são todos os projetos recebidos que são aproveitados, mas sempre existe a possibilidade de um número especial, como o 113, em que "aqueles que ficaram para trás" são colocados.

Os projetos deste número, como sempre são bastante interessantes.

PISCA PISCA DE 2 CANAIS

O pisca-pisca que apresentamos foi enviado pelo leitor VILSON FERREIRA

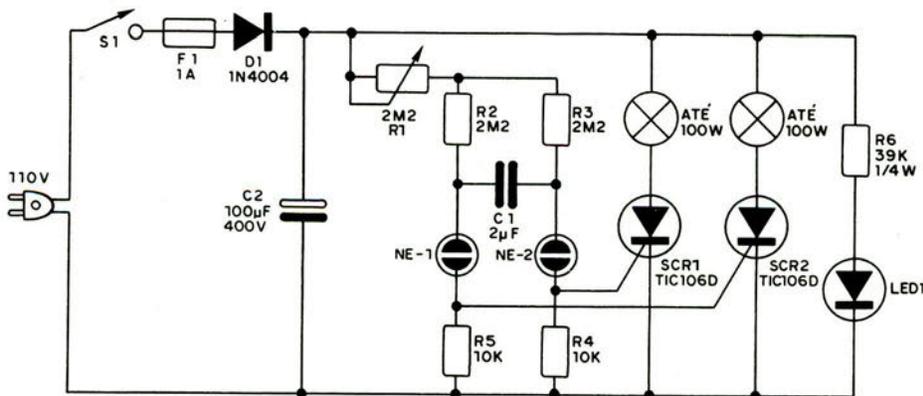


FIGURA 1

O leitor nos diz que, com uma capacitância de $2 \mu\text{F}$ para C1, o período das piscadas é da ordem de 20 minutos.

O potenciômetro P1 permite ajustar, sensivelmente, o intervalo das piscadas.

Observamos que, pelo uso de SCRs e de um diodo retificador na entrada, as lâmpadas são alimentadas em apenas meia onda. O seu brilho nestas condições não é o máximo.

As lâmpadas neon podem ser do tipo NE-2H, e o led serve para indicar o funcionamento do aparelho.

DOS SANTOS, de Uberaba – MG, sendo mostrado na figura 1.

O que temos é um multivibrador que utiliza duas lâmpadas neon como elementos básicos, as quais acionam dois SCRs do tipo TIC106D.

A frequência das piscadas é determinada pelo valor do capacitor C1, que pode ter capacitâncias entre 22 nF e $2 \mu\text{F}$. Este capacitor é do tipo despolarizado, de poliéster, com uma tensão de trabalho de pelo menos 400V.

Cada SCR pode alimentar 100W de lâmpadas, caso em que devem ser montados em dissipadores de calor. Se lâmpadas de menos de 40W, no total, em cada SCR, forem alimentadas, os SCRs não precisarão de dissipador de calor.

RÁDIO SIMPLES DE 4 TRANSISTORES

Um excelente receptor reflex de 4 transistores é enviado pelo leitor SÉRGIO LUIZ BONFIM, de Belo Horizonte – MG.

O circuito completo desse rádio é mostrado na figura 2. São utilizados 4 transistores NPN de uso geral BC548. Uma das vantagens deste rádio é a sua alimentação pela rede local. L1 é uma bobina de antena que pode ser do tipo comercial, ou então enrolada pelo próprio montador. Neste caso, ela será formada por 80 espiras de

fio esmaltado 28 AWG, em uma forma de ferrite de uns 15 cm de comprimento, com tomada na 30ª espira, a partir do lado da terra.

O capacitor variável é do tipo miniatura para ondas médias, e L2 é uma bobina osciladora "Toko", com núcleo vermelho.

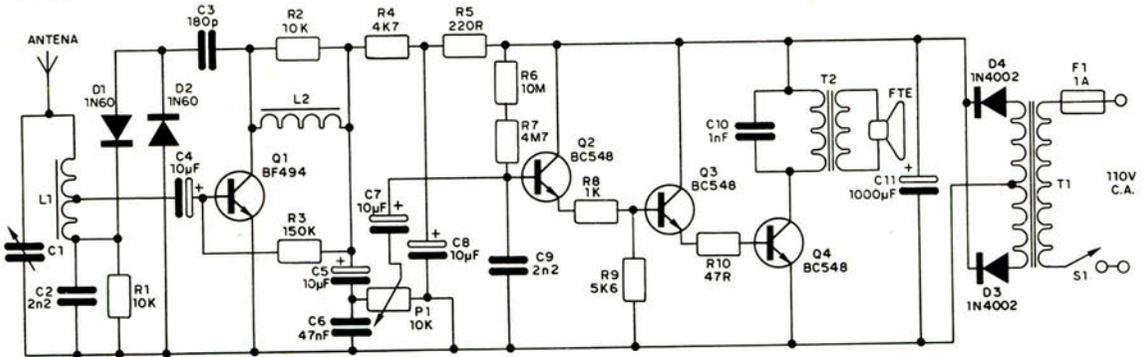


FIGURA 2

O transformador T1 é de alimentação, com secundário de 9 + 9V e corrente de pelo menos 100 mA. T2 é um transformador de saída, com primário a partir de 500 ohms e secundário de acordo com o alto-falante.

Para as estações locais, a antena pode ser telescópica ou simplesmente um pedaço de fio de 80 cm a 1 m, estendido junto ao rádio. Para as estações fracas ou distantes deve ser usada uma boa antena externa.

RÁDIO ALIMENTADO POR ÁGUA E SAL

Este ultra-simples receptor experimental pode ser alimentado por uma pilha de água e sal. Foi enviado pelo leitor RAIMUNDO JUCA DE OLIVEIRA, de Vilhena - RO. O diodo D1 é de germânio para uso geral, e a bobina L1 consta de 100 espiras de fio esmaltado 28 à 30 AWG, num bastão de ferrite. (figura 3)

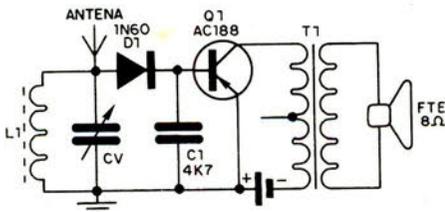


FIGURA 3

A pilha consta de uma solução de água e sal, sendo o pólo positivo uma placa de cobre e o pólo negativo uma placa de zinco ou alumínio.

Os eletrodos têm 1,5 cm de largura e comprimento de acordo com o recipiente usado. A solução é feita na proporção de 3 colheres de sal para 300 ml de água.

O transformador de saída tem enrolamento primário de pelo menos 500 ohms e secundário de acordo com o alto-falante.

Em vista da pequena sensibilidade do circuito, uma boa antena externa deve ser usada, assim como ligação à terra.

O rádio experimental também funcionará normalmente quando alimentado por uma única pilha comum.

TROVÃO ELETRÔNICO

Esta interessante idéia é enviada pelo leitor ROBESPIERRE SIMÕES, de Brasília - DF, podendo ser usada para efeitos especiais em gravações, conjuntos, festas, etc.

A idéia é ilustrada na figura 4. Trata-se de uma mola de caderno universitário, que tem um de seus extremos fixado a um captador de violão, tipo "finch", ou mesmo um fonocaptor e é mantida esticada de modo a poder vibrar. O fonocaptor ou captador é então ligado à entrada de um amplificador.

Puxando-se a mola e soltando-se ou, ainda, batendo-se na mola, sua vibração faz com que se produza um som semelhante ao de um trovão.

O leitor sugere ainda que entre o captador e o amplificador sejam ligados aparelhos de efeitos sonoros, como por exemplo um Fuzz ou ainda um trêmulo. Outra sugestão

seria a de combinar, num mixer, o som deste dispositivo com o som de "ruído branco" que imitaria assim a chuva. A revista Saber nº 77 publicou um interessante gerador de chuva que poderia ser usado neste caso.

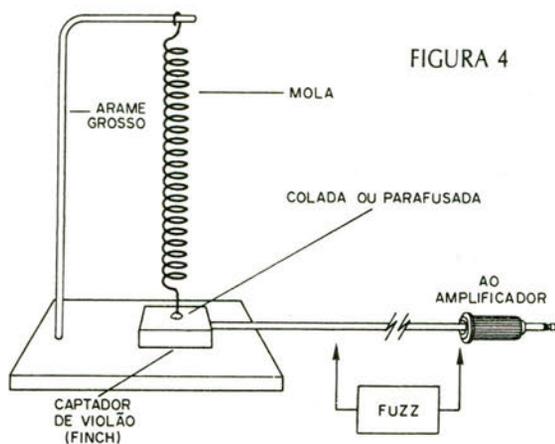


FIGURA 4

LUZ RÍTMICA COM TRIAC

Este projeto é enviado pelo leitor WAGNER LEITE, de Campinas - SP e, dependendo do triac usado, pode controlar lâmpadas num total de 400 ou 600W. (figura 5)

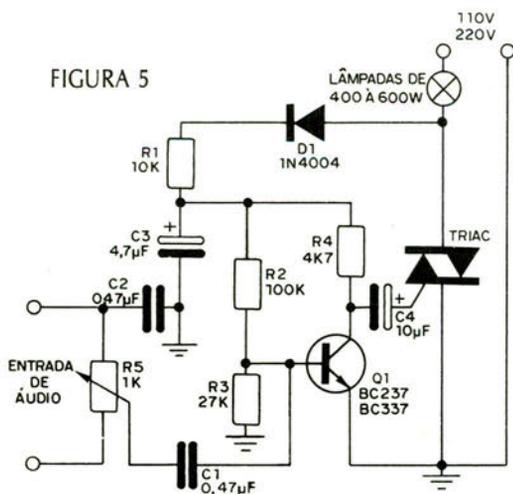


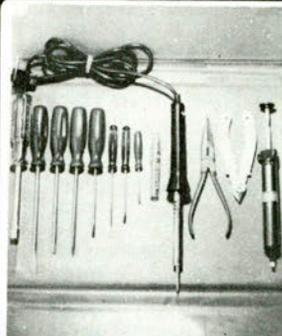
FIGURA 5

Neste circuito os capacitores C1 e C2 têm por função isolar o aparelho de som do circuito, evitando assim um curto-circuito ou sobrecarga acidental. Estes capacitores devem ter uma tensão de trabalho de pelo menos 400V. R5 controla a sensibilidade do sistema, em função da potência e do volume do amplificador.

O transistor usado é um BC237 (NPN de uso geral) e o triac deve ser montado num bom dissipador de calor. O triac pode ser de qualquer tipo para 200V (110V) ou 400V (220V).

Os capacitores eletrolíticos têm uma tensão de trabalho de pelo menos 25V.

OFERTA SENSACIONAL



MALETA DE FERRAMENTAS P/ELETRÔNICA MODERNA MODELO MF E1

APENAS Cr\$ 3.900,00 Válido até 31-8-82

Venda também pelo Reembolso postal. Preencha o cupom abaixo

Alicate de corte - Alicate de bico - Ferro de soldar - Sugador de solda - Tubinho de solda - Chave de boca 1/4" 5 chaves de fenda - 2 chaves Phillips - Maleta c/fecho

à venda na FEKITEL - CENTRO ELETRÔNICO LTDA. Rua Guaianazes, 416 - 1º andar - Centro - São Paulo Fone: 221-1728 - Cep 01204 Aberto até às 18:00 hs. - inclusive aos sábados

SIM, desejo receber a "MALETA DE FERRAMENTAS MF-E1" pelo reembolso postal, pela qual pagarei 3.900,00 + 390,00 de postagem, assim que receber a mesma.

Nome _____
 Nome do responsável em caso de ser menor _____
 Ender. _____ Nº _____ Cep _____
 Bairro _____ Cidade _____ Est. _____
 Ferro de soldar em: 110 volts ou 220 volts

3 CURSOS PRÁTICOS:

1. CONFEÇÃO DE CIRCUITOS IMPRESSOS
2. SOLDAGEM EM ELETRÔNICA
3. MONTAGENS DE ELETRÔNICA

Local: centro de S. Paulo - próximo à Estação Rodoviária
 Duração: 4 horas cada curso

Horário: aos sábados de manhã ou à tarde

Informações e inscrições: tel. 246-2996 - 247-5427

uma realização da **CETEISA**



CURSO DE ELETRÔNICA[©]

LIÇÃO 63

Os circuitos integrados são utilizados numa grande variedade de aplicações eletrônicas, substituindo conjuntos de componentes discretos, com vantagens. A quantidade de tipos de integrados é, hoje, tão grande ou maior que dos próprios transistores, o que, sem dúvida, impede que todos os praticantes da eletrônica saibam exatamente o que fazem estes integrados, a não ser alguns poucos tipos comuns. Estes tipos comuns, de maior gama de aplicações, hoje são o suporte de muitas publicações, aparecendo em grande quantidade de projetos. Falaremos justamente destes tipos, a partir de agora.

146. Integrados lineares

Pelo seu comportamento, os integrados podem ser agrupados em famílias. Uma das mais importantes famílias de integrados é aquela formada pelos "lineares".

Os circuitos integrados lineares caracterizam-se por poderem operar com sinais numa faixa contínua de valores, ao contrário dos chamados "digitais" que somente podem trabalhar com sinais de valores discretos, em número finito, cujas intensidades dependem de suas características.

Assim, conforme mostra a figura 778, enquanto um amplificador comum pode trabalhar com qualquer sinal na faixa de 0 à 5V, por exemplo, o circuito digital tomado como exemplo, somente responde a sinais de 0 ou de 3V, fornecendo igualmente sinais de 0 ou de 3V. Os valores intermediários ou diferentes não são respondidos pelo integrado que "não os conhece".

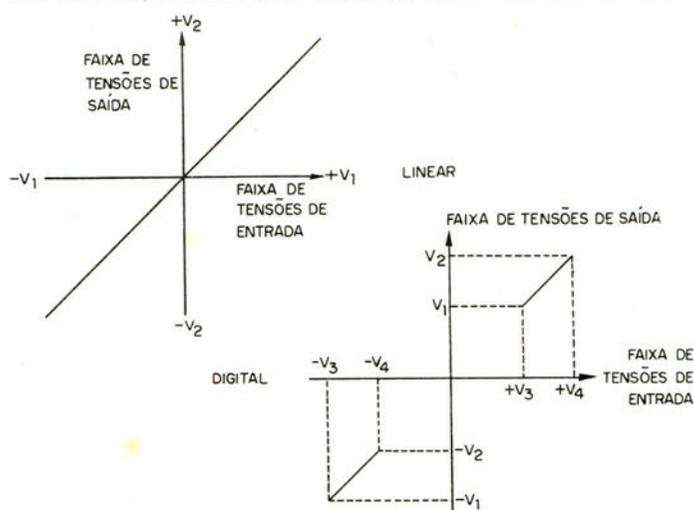


figura 778

Famílias de circuitos integrados

Diferença digital & linear

Existem muitos tipos de circuitos integrados lineares que podem ser usados nas mais diversas aplicações. São timers, amplificadores, etc.

Não podemos estudar todos os tipos de circuitos integrados lineares que existem à nossa disposição no comércio especializado, mas podemos tomar alguns tipos mais comuns como exemplos e analisar seu funcionamento e suas utilidades.

Variedade de tipos

a) Amplificadores diferenciais

Um dos primeiros tipos de amplificadores existentes na forma integrada é o amplificador diferencial, em vista de sua estrutura simples, que emprega somente transistores, diodos e resistores.

Outra característica importante deste tipo de circuito, que o torna ideal à integração, é seu funcionamento muito estável, já que ele é praticamente imune às variações de temperatura e às pequenas diferenças de características que possam ter os elementos que o formam.

Tanto é importante o amplificador diferencial que mesmo outros tipos de circuitos integrados, mais complexos, costumam levar uma ou mais etapas amplificadoras diferenciais em sua constituição.

Na figura 779 temos um diagrama de um amplificador diferencial típico, por onde analisaremos o seu funcionamento.

Amplificadores diferenciais

Estabilidade de funcionamento

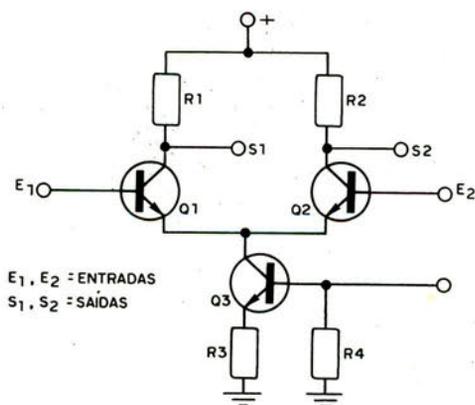


figura 779

Um amplificador diferencial é formado por dois transistores interligados pelos emissores. Os sinais de entrada são aplicados entre as bases e o sinal de saída é obtido nos coletores deste transistores.

Para que o amplificador diferencial funcione perfeitamente é preciso intercalar entre os emissores dos transistores e a massa, uma fonte de corrente constante, normalmente formada por mais um transistor.

A intensidade do sinal de saída depende da diferença entre as intensidades dos sinais aplicados às entradas. Por exemplo, se as entradas estiverem no mesmo potencial, ou se aplicarmos sinais de mesma intensidade em fase, não teremos saída.

O amplificador diferencial

Se os sinais aplicados tiverem sinais em oposição de fase, a amplificação será proporcional à diferença das intensidades, ou ao dobro da amplitude.

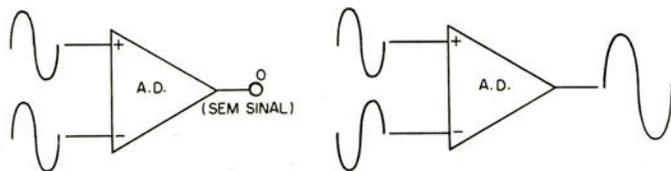


figura 780

Os amplificadores diferenciais têm então dois terminais de entrada e dois terminais de saída, além dos que correspondem à fonte de alimentação.

O fato do amplificador diferencial ter uma estrutura muito simples, com acoplamento direto entre os transistores, e não levar indutâncias ou capacitâncias cuja presença pode influir na resposta de frequência, permite que este circuito opere com sinais que vão desde corrente contínua até valores muito elevados de frequências.

Os amplificadores diferenciais podem ser usados como osciladores, misturadores de áudio ou RF, como comparadores, moduladores, amplificadores de CC até CA de frequências elevadas, etc.

Característica dos sinais

Usos

b) Tipos comuns

Tomamos a seguir dois tipos comuns de amplificadores diferenciais, com que os leitores podem contar em alguns projetos.

1. O C.I. CA3028

Este é um amplificador diferencial da RCA, cujo diagrama aparece na figura 781.

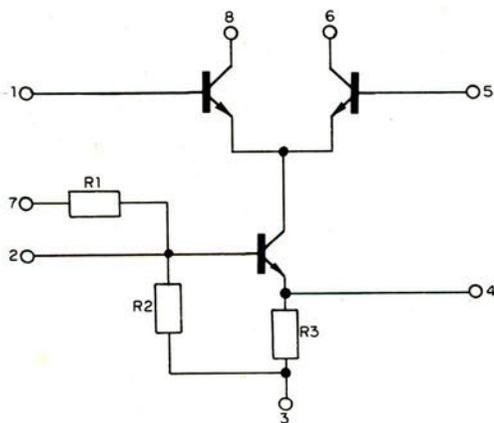


figura 781

Tipos comuns

Seu invólucro é do tipo TO-99 (veja lição anterior), e ele é formado por 3 transistores e 3 resistores numa configuração relativamente simples. Este amplificador pode ser alimentado com tensões de 12V e opera em frequências até 125 MHz. Sua dissipação máxima de potência é 300 mW, e seu ganho a 100 MHz é de 17 dB.

Este integrado pode ser usado como amplificador de RF, FI, em conversores de FM, osciladores, misturadores, circuitos de áudio, etc.

2. O C.I. TAA201

Este amplificador diferencial já é um pouco mais elaborado que o anterior, pois os transistores são Darlington, obtendo-se então muito maior ganho. Temos então 5 transistores e 7 resistores. Quatro transistores formam o par diferencial Darlington e o quinto, a fonte de corrente constante.

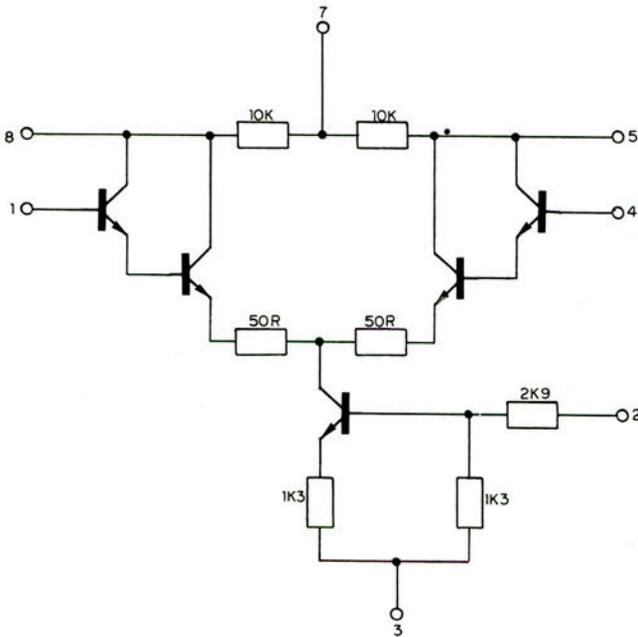


figura 782

O uso de amplificador Darlington permite obter uma elevada impedância de entrada, da ordem de 150k para este circuito. Sua impedância de saída é de 8k.

O ganho de tensão é de 60 vezes, e ele pode trabalhar com tensões de até 12V.

Etapa diferencial
Darlington

Funcionamento dos amplificadores diferenciais

Conforme vimos, os amplificadores diferenciais amplificam a diferença entre dois sinais aplicados às suas entradas. Podemos então representá-los conforme mostra a figura 783, em que temos duas entradas e no caso uma saída referida a um potencial tomado como base, ou referência.

Funcionamento

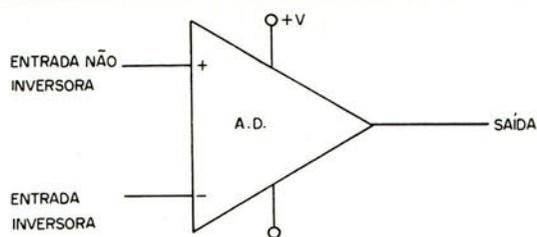


figura 783

Uma das entradas, marcada com o sinal (+), é denominada entrada não inversora e a outra, marcada com (-), é denominada entrada inversora.

Quando aplicamos um sinal à entrada não inversora, mantendo a entrada inversora devidamente polarizada com um potencial fixo, ou ainda desligada, o sinal aparece na saída amplificado com a mesma fase, conforme mostra a figura 784.

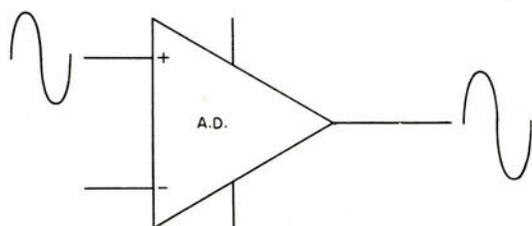


figura 784

Quando aplicamos o sinal à entrada inversora, mantendo a outra entrada desligada ou devidamente polarizada a um potencial fixo, o sinal aparece na saída com a fase invertida, conforme mostra a figura 785.

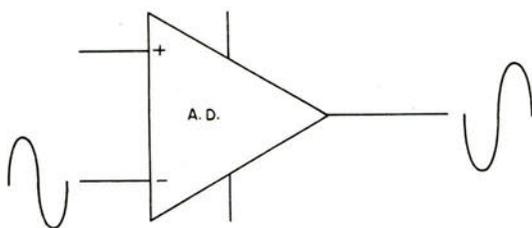


figura 785

Nas condições indicadas, o ganho deste amplificador depende dos transistores usados, e se considerarmos um circuito "ideal", a impedância de entrada deveria ser infinita e a impedância de saída nula. Na prática, o que ocorre é que a impedância de entrada é alta, e a de saída relativamente baixa.

Valores típicos de impedâncias de entrada situam-se na faixa dos 10 aos 1 000 quilohms, enquanto que valores típicos de saída situam-se entre 50 e 1 000 ohms ou pouco mais.

Entrada inversora e não inversora

Amplificador ideal

Impedância de entrada e de saída

Resumo do quadro 146

- Os integrados lineares trabalham com tensões de sinais numa faixa contínua, diferentemente dos digitais que trabalham com valores definidos ou discretos de tensões.
- Existem muitos tipos de circuitos integrados lineares.
- Estes integrados lineares podem ser usados como amplificadores, osciladores, temporizadores e em muitas aplicações importantes.
- Um tipo comum de integrado linear é o amplificador diferencial.
- O amplificador diferencial, pela sua estrutura simples, é um dos primeiros circuitos obtidos na forma integrada.
- Pelo fato de usar apenas resistores, transistores e diodos, o amplificador diferencial pode ser facilmente integrado.
- O amplificador diferencial apresenta uma grande estabilidade de funcionamento, sendo imune à variações de temperatura e de características dos componentes.
- Os amplificadores diferenciais possuem basicamente dois terminais de entrada e dois terminais de saída.
- Por não existirem capacitores e indutores, a resposta de frequência pode chegar a valores bastante elevados.
- Os circuitos em questão podem ser usados como amplificadores de CC a CA, conversores, osciladores, misturadores, etc.
- O CA3028 e o TAA201 são amplificadores diferenciais integrados.
- Os amplificadores diferenciais possuem uma entrada inversora e uma entrada não inversora.
- Os sinais aplicados à entrada não inversora saem amplificados com a mesma fase.
- Os sinais aplicados à entrada inversora, aparecem na saída amplificados com a fase invertida.
- O amplificador diferencial ideal tem impedância de entrada infinita e impedância de saída nula.
- Na prática, os amplificadores apresentam elevada impedância de entrada e baixa impedância de saída.

Avaliação 443

De que modo são ligados os transistores num par diferencial, como os encontrados nos circuitos integrados deste tipo?

- a) Na configuração Darlington.
- b) Acoplados pelo coletor.
- c) Acoplados pelo emissor.
- d) Em paralelo.

Resposta C

Explicação

Conforme vimos, num par diferencial temos dois transistores que são interligados pelo emissor. Os sinais são aplicados

às bases destes transistores e retirados de seu coletor. O acoplamento Darlington é usado quando 4 transistores, 2 a 2, são usados no par diferencial. A resposta correta para este teste é, portanto, a da letra c.

Avaliação 444

Que circuito adicional encontramos junto ao par diferencial, nos amplificadores diferenciais?

- a) Um regulador de tensão.
- b) Uma fonte de corrente constante.
- c) Um resistor variável
- d) Um oscilador de áudio.

Resposta B

Explicação

Conforme estudamos, entre os emissores dos transistores e a massa do circuito deve ser usada uma fonte de corrente constante. Esta tem por finalidade levar o par diferencial às condições de funcionamento ideal na configuração, de modo que a soma das correntes que circulem por estes transistores tenha sempre um mesmo valor fixo. A resposta é a da letra b.

Avaliação 445

Aplicando-se um sinal senoidal na entrada inversora de um amplificador diferencial e mantendo-se a entrada não inversora sob potencial constante, o que acontece com o sinal de saída?

- a) É senoidal com a mesma fase da entrada.
- b) É senoidal com a fase invertida em relação à entrada.
- c) Passa a ser retangular.
- d) O sinal não é amplificado.

Resposta B

Explicação

A aplicação do sinal na entrada inversora faz com que ele seja amplificado, mas apareça com a fase invertida na saída, ou seja, às variações positivas do sinal de entrada corresponderão variações negativas do sinal de saída. A resposta certa para este teste é, portanto, a da letra b.

Avaliação 446

Com relação às impedâncias dos amplificadores diferenciais conseguidos na forma integrada, elas são:

- a) Alta de saída e baixa de entrada.
- b) Alta de saída e de entrada.
- c) Alta de entrada e baixa de saída.
- d) Baixa de entrada e de saída.

Resposta C

Explicação

Não existe um amplificador diferencial ideal, em que a impedância de entrada seja infinitamente alta e a impedância de saída infinitamente baixa. Assim, os tipos comuns têm impedâncias de entrada altas e de saída baixas. A resposta certa é a da letra c.

147. Os amplificadores operacionais

Podemos definir um amplificador operacional como um amplificador de elevado ganho, no qual pode-se aplicar um grande grau de realimentação, de modo a podermos controlar suas características. Com este recurso do controle de realimentação, podemos fazer o amplificador operacional funcionar do modo que pretendermos.

Na figura 786 temos o símbolo usado para representar um amplificador operacional.

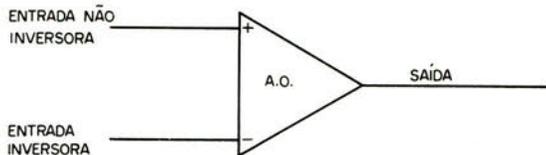


figura 786

Internamente, um amplificador operacional é formado por uma ou mais etapas de amplificação diferencial (daí possuir também uma entrada inversora e outra não inversora), e ainda etapas de saída em classe A ou B.

A primeira etapa de amplificação diferencial é a que se responsabiliza pela maior parte do ganho do circuito. Esta etapa é então a que exige mais cuidado no projeto. As etapas seguintes são mais simples, e normalmente são usadas para se obter um pequeno ganho adicional, de modo a excitar convenientemente as etapas de saída. Na figura 787 temos um circuito típico de amplificador operacional.

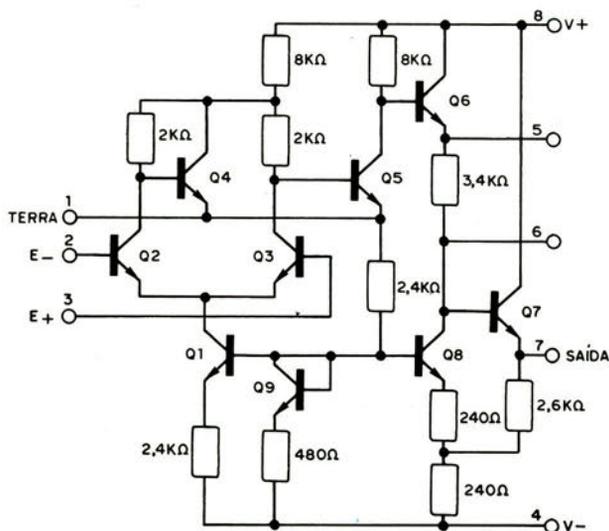


figura 787

Definição

Circuito interno

Circuito típico

Antigamente, os amplificadores operacionais eram usados para a realização de operações matemáticas em computadores analógicos, tais como a integração, diferenciação, soma, subtração, etc. Atualmente, os amplificadores operacionais encontram uma faixa infinita de aplicações, que se estende desde a simples amplificação até a oscilação, estabilização de tensão, mistura de sinais de áudio e RF, etc.

Em funcionamento normal, os amplificadores operacionais empregam uma rede de realimentação, de modo que, para se evitar instabilidades de funcionamento em frequências algo elevadas, é sempre preciso usar uma rede de compensação.

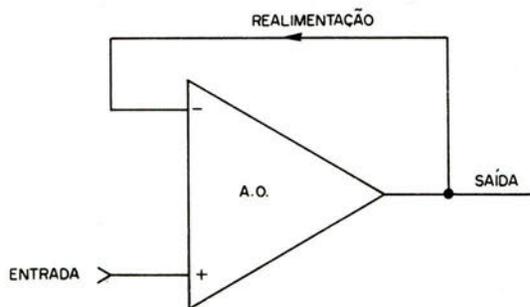


figura 788

Os amplificadores operacionais podem ser utilizados numa variedade muito grande de aplicações, daí os fabricantes terem desenvolvido muitos tipos diferentes, alguns para aplicações específicas.

Seria muito difícil abordar todos os tipos de amplificadores operacionais com que os leitores podem contar em suas aplicações práticas, de modo que nos deteremos apenas em dois dos mais comuns.

a) Os tipos comuns

Os amplificadores operacionais mais comuns são utilizados em instrumentos, em amplificação de sinais de áudio, na produção de sinais de áudio, etc. O leitor deve levar em conta que estes amplificadores se destinam à amplificação em baixa potência, o que quer dizer que não basta aplicar um sinal de áudio em sua entrada e ligar um alto-falante em sua saída para termos um amplificador. Sua finalidade é outra, conforme ficará claro nas lições em que trataremos de seus usos.

1. O C.I. 709

O 709 é um dos amplificadores operacionais mais comuns, podendo ser encontrado com muitas denominações diferentes, conforme o seu fabricante. Estas denominações são: LA709, LM709, μ A709, MIC709, N5709, PA7709, PD7709, PL7709, RC709, RM709, TAA521, TAA522, 5709, etc.

Na figura 789 temos o diagrama equivalente deste amplificador operacional.

Uso

Realimentação

Tipos comuns

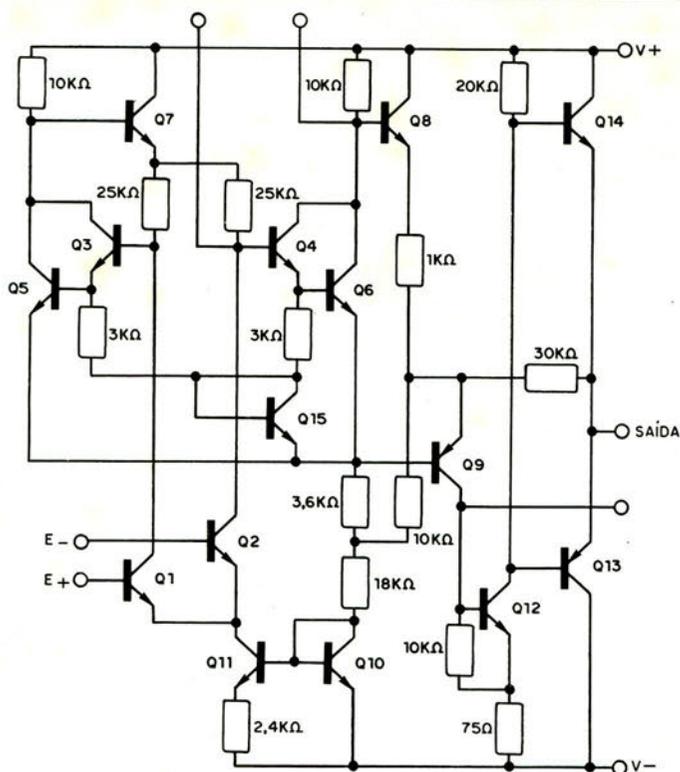


figura 789

Este amplificador operacional se caracteriza por uma elevada impedância de entrada, da ordem de 250k e por um ganho muito alto, em torno de 45 000, podendo operar em frequências até 1 MHz.

Sua alimentação é feita com fonte simétrica de até 15V, e conforme podemos ver pelo diagrama, temos duas etapas de amplificação diferencial: uma com transistores comuns e outra com transistores Darlington.

A etapa de saída deste circuito é em classe B e ele não possui proteção em sua saída contra eventuais curto-circuitos.

Como os amplificadores diferenciais, ele possui uma entrada inversora e uma entrada não inversora.

2. O C.I. 741

Este, sem dúvida, é o mais popular de todos os amplificadores operacionais na atualidade, já tendo sido escritos milhares de artigos sobre suas possibilidades e até mesmo livros inteiros que descrevem seus projetos.

O 741 pode ser obtido basicamente em três tipos de encapsulamentos, conforme mostra a figura 790.

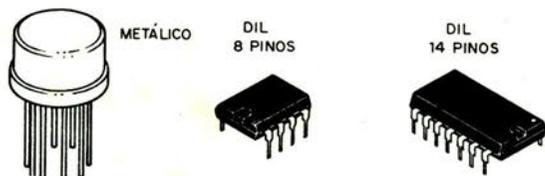


figura 790

O mais popular

Atualmente o encapsulamento mais popular é o DIL de 8 pinos, que contém um amplificador deste tipo.

Na figura 791 temos o circuito equivalente ao 741, por onde o leitor pode perceber o elevado número de componentes que formam este amplificador. Pense no "trabalho" e no volume ocupado pelo mesmo circuito se fosse montado com componentes discretos.

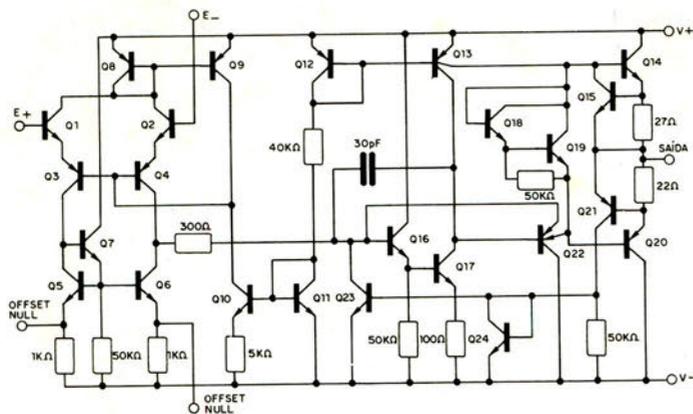


figura 791

O 741 tem uma impedância de entrada mais alta que o 709, ou seja, da ordem de 1M, e sua impedância de saída é de 150 ohms, da mesma ordem que o 709, e seu ganho sem realimentação é maior, da ordem de 100 000 vezes.

O 741 possui proteção contra curto-circuitos em sua saída e pode trabalhar com fontes simétricas de até 18V.

A frequência de transição do 741, ou seja, a máxima frequência que ele pode amplificar, está em torno de 1 MHz.

Um recurso importante existente no 741, é a compensação de corrente da fuga (off-set). As pequenas diferenças de características dos transistores e demais componentes dos pares diferenciais podem fazer com que, sem sinal, exista ainda uma pequena corrente de saída, o que evidentemente não é desejado, já que sem entrada não deve haver sinal de saída.

Com o 741, pode-se ligar externamente um trim-pot para ajustar em zero a saída, quando não há sinal de entrada, ou quando as entradas se encontram sob mesmo potencial. (figura 792)

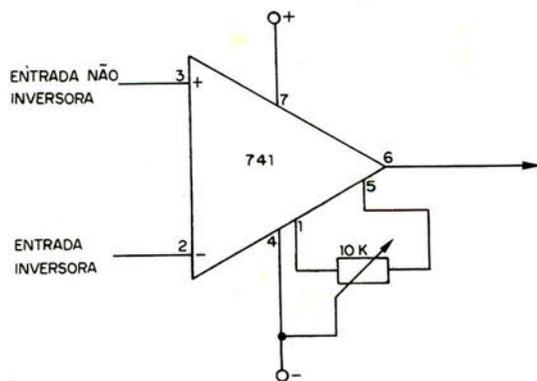


figura 792

Off-set

O modo de se utilizar um amplificador operacional depende muito do que dele desejamos. Nesta revista, já publicamos diversos artigos que tratam, pormenorizadamente, destes amplificadores e já exploramos bastante suas montagens. Na próxima lição falaremos destas aplicações e de como usar este importante tipo de circuito integrado linear.

Usos

Resumo do quadro 147

- Um amplificador operacional é um amplificador com ganho muito elevado, no qual pode-se aplicar uma grande realimentação.
- Pela realimentação controlamos o modo de funcionamento do amplificador operacional.
- O amplificador operacional é formado por uma ou mais etapas de amplificação diferencial, e saídas em classe A ou B.
- Antigamente os amplificadores operacionais eram utilizados na realização de operações matemáticas em computadores analógicos.
- Os amplificadores operacionais podem ser usados na amplificação de CC e CA, na produção de sinais, como misturadores, etc.
- Em vista do alto-ganho, quando operam em frequências elevadas, os amplificadores operacionais precisam de redes de compensação para evitar oscilações.
- Os tipos mais comuns de amplificadores operacionais podem ser utilizados numa variedade muito grande de projetos.
- A impedância típica de entrada de um amplificador operacional está entre 100k e 1M (tipos especiais podem ter milhares de megohms de impedância de entrada).
- As impedâncias típicas de saída são da ordem de uma ou duas centenas de ohms (existem tipos de potência com impedâncias muito mais baixas).
- Os amplificadores operacionais trabalham com sinais de pequenas intensidades, não sendo portanto amplificadores de potência.
- Alguns tipos, como o 741, possuem proteção contra curto-circuitos em sua saída.
- Tipos como o 741 permitem a compensação de corrente off-set (fuga), em vista das pequenas diferenças de características dos componentes internos.
- O modo de se utilizar um amplificador operacional depende da sua finalidade.

Avaliação 447

De que modo podemos definir um amplificador operacional?

- É um amplificador de áudio de grande potência.
- É um amplificador de áudio de pequena potência.
- É um amplificador diferencial de alto-ganho.
- É um amplificador de alto-ganho em que se pode aplicar grande realimentação.

Resposta D

Explicação

É importante não confundir amplificadores operacionais com amplificadores comuns, usados em áudio. Os amplificadores operacionais são amplificadores que trabalham praticamente com todos os tipos de sinais e se caracterizam por terem um elevado ganho e pequena potência. O ganho dos amplificadores operacionais pode ser controlado pela realimentação. A melhor resposta para este teste é, portanto, a da letra d.

Avaliação 448

De que tipos são as etapas de entrada dos amplificadores operacionais?

- a) São fontes de corrente constante.
- b) São amplificadores diferenciais.
- c) São etapas em classe A ou B.
- d) São estabilizadores de tensão.

Resposta B

Explicação

Conforme vimos, os circuitos de entrada dos amplificadores operacionais são formados por uma ou mais etapas amplificadoras diferenciais de alto-ganho. A resposta certa para este teste é a da letra b.

Avaliação 449

De que ordem é a impedância de entrada de um amplificador operacional?

- a) Alguns ohms.
- b) Algumas centenas de ohms.
- c) Alguns quilohms.
- d) Centenas de quilohms ou megohms.

Resposta D

Explicação

Os amplificadores operacionais se caracterizam por elevadas impedâncias de entrada, variando entre algumas centenas de quilohms até muitos megohms. Os tipos que utilizam transistores de efeito de campo em sua entrada podem ter impedâncias elevadíssimas, sendo empregados em instrumentos de precisão. A resposta correta para este teste é a da letra d.